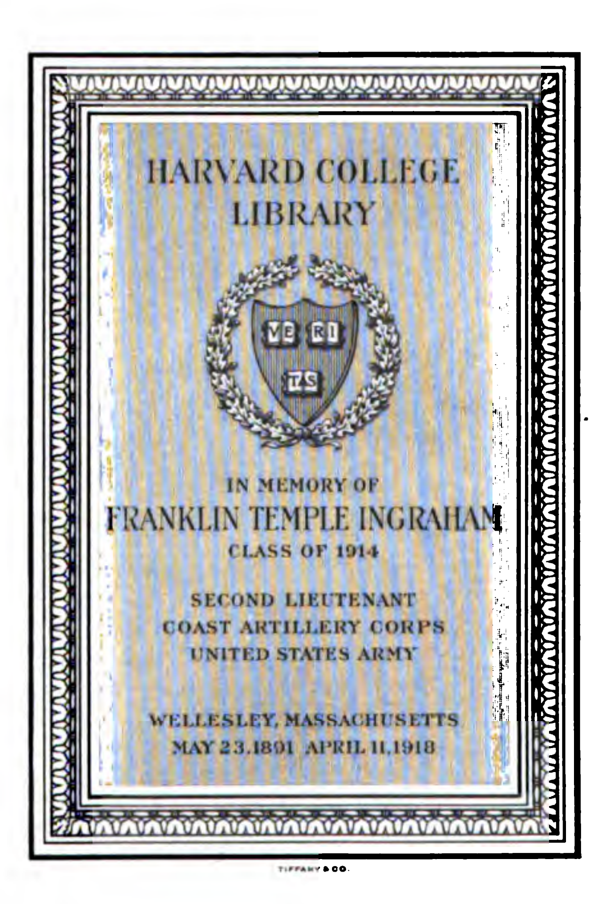

HARVARD COLLEGE
LIBRARY
VE RI TAS
IN MEMORY OF
FRANKLIN TEMPLE INGRAHAM
CLASS OF 1914
SECOND LIEUTENANT
COAST ARTILLERY CORPS
UNITED STATES ARMY
WELLESLEY, MASSACHUSETTS
MAY 23,1891 APRIL 11,1918



Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

Unter der besonderen Mitwirkung

von

Dr. E. Mach,
Professor an der Universität zu Wien

und

Dr. B. Schwalbe,
Professor und Direktor des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zu Berlin

herausgegeben

von

Dr. F. Poske.

Elfter Jahrgang

1898.

Mit zahlreichen Textfiguren und einer astronomischen Tafel.



Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1898.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Inhalts-Übersicht.

* bedeutet ‚Kleine Mitteilung'. Die mit kleinerer Schrift und in fortlaufendem Text aufgeführten Titel beziehen sich auf Berichte, die davorgesetzten Ziffern auf die entsprechenden Unterabteilungen der Berichte.

Allgemeines.

Himmelskunde und astronomische Geographie.

Physik.

1. Mechanik der drei Aggregatzustände.

Chemie.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Programm-Abhandlungen.

Versammlungen und Vereine.

Seite

Mitteilungen aus Werkstätten.

Correspondenz.

Heft 4 bis 6 haben die Herren H. Hahn-Machenheimer und O. Ohmann redigiert.

An den Berichten haben mitgearbeitet die Herren H. Böttger (Berlin), P. Gerber (Stargard), E. Götting (Göttingen), K. Haas (Wien), H. Hahn-Machenheimer (Berlin), R. Heyne (Berlin), F. Körber (Berlin), M. Koppe (Berlin), W. Levin (Braunschweig), O. Ohmann (Berlin), W. Roth (Berlin), E. Schenck (Berlin), B. Schwalbe (Berlin), G. Schwarze, (Leipzig).

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. **Erstes Heft.** Januar 1898.

Zum Beginn des zweiten Jahrzehnts.

Vom Herausgeber.

Mit dem vorliegenden Heft tritt die Zeitschrift in das zweite Jahrzehnt ihres Bestehens ein. Der Anklang, den sie nicht nur in Deutschland und Österreich, sondern auch in Ländern fremder Zunge gefunden hat, darf als Zeugnis dafür angesehen werden, dafs sie ihre Aufgabe richtig erkannt und im ganzen auch die rechten Wege eingeschlagen hat.

Es sei gestattet, an die leitenden Gesichtspunkte zu erinnern, die dem Herausgeber bei Gründung der Zeitschrift vorschwebten.

Es handelte sich an erster Stelle um den humanistischen Charakter des physikalischen Unterrichts. Es war als Ziel dieses Unterrichts bezeichnet worden, nicht blofs die Kenntnis von Thatsachen zu übermitteln, sondern auch Einsicht in die Herkunft dieser Kenntnis und in die geistigen Prozesse zu gewähren, durch die solche Kenntnis gewonnen wird. Durch eine derartige Einführung sollten an dem „denkbar einfachsten Stoff die denkbar exaktesten Methoden geübt" und so eine Anschauung davon erzeugt werden, wie Wissen von wirklichen Dingen überhaupt zustande kommt. Es durfte die Behauptung ausgesprochen werden, dafs vermöge dieser Leistung die Physik hinter keinem anderen, in engerem Sinn humanistisch genannten Unterrichtsgegenstande an Bildungswert zurückstehe, ja dafs hierin kein anderer Gegenstand der Physik gleichkomme.

Eine Durchsicht der jetzt abgeschlossenen zehn Jahrgänge der Zeitschrift wird erkennen lassen, dafs in den verschiedensten Richtungen und mit Erfolg an der Verwirklichung des bezeichneten Gedankens gearbeitet worden ist.

Neben dem humanistischen Gedanken und in engster Verbindung mit ihm kann nicht nachdrücklich genug betont werden, dafs der physikalische und chemische Unterricht auf die Gewinnung eines sicheren Wissens von Dingen und Vorgängen der Wirklichkeit abzielt.

Bei Fernerstehenden herrscht vielfach die Meinung, dafs unsere Naturerkenntnis einem stetigen Wandel der Ansichten und Theorieen unterworfen sei, und dafs insbesondere auch die physikalischen Lehren ein schwer entwirrbares Geflecht von Hypothesen und Thatsachen darstellen. Es läfst sich nicht leugnen, dafs der Unterricht an dieser Meinung einige Schuld trägt. Häufig genug ist, in Lehrbüchern wie im mündlichen Vortrag, nicht genügend unterschieden worden, was hypothetisch und was thatsächlich ist. Aus den Unterrichtsstunden eines der hervorragendsten Lehrer, der vielen vorbildlich geworden ist, wird manchem noch erinnerlich sein, welche oft recht seltsame Rolle die Atome bei der Erklärung physikalischer Erscheinungen spielten. Da wurde ferner bei Besprechung der elektrischen Influenz den Schülern ohne Bedenken gesagt: Ihr müfst Euch vorstellen, dafs in dieser Messingkugel unzählige Millionen Liter ungeschiedener Elektrizität enthalten sind. Ebenso wurde in der

Lehre vom galvanischen Strom von den beiden mit unbegreiflicher Geschwindigkeit durch die Materie des Drahtes und durcheinander hindurchströmenden elektrischen Flüssigkeiten wie von leicht begreiflichen Dingen gesprochen. Wie leicht Hypothesen für Thatsachen dargeboten werden, zeigt auch das Beispiel der Fernwirkung; es ist fast allgemein üblich zu sagen: die Himmelskörper ziehen einander an mit einer Kraft, die in direktem Verhältnis zu den Massen und in umgekehrtem Verhältnis zu dem Quadrat der Entfernung steht. Richtiger und auch der Newtonschen Auffassung gemäfser wäre es zu sagen: die Himmelskörper bewegen sich so, als wenn sie sich anzögen u. s. w. Ähnliches dürfte auch bei der neuerdings viel umstrittenen Frage, in welchem Umfange die Kraftlinien in den Unterricht einzuführen seien, in betracht kommen. Es ist nicht wünschenswert, dafs hypothetische Vorstellungen in dem Kopfe des Lernenden das Gepräge von Wirklichkeiten annehmen; der unreife Geist vermag nicht die feine Unterscheidung zu fassen, die der wissenschaftlich Gebildete macht, wenn er von Kraftlinien spricht als wenn sie Realitäten wären, und sich doch dabei der abstrakten Natur dieser Gebilde bewufst bleibt. Die weitere Klärung der Ansichten darüber, wieviel von solchen Vorstellungen und in welcher Form es den Schülern geboten werden dürfe, wird auch in dem jetzt anhebenden Jahrzehnt eine der wichtigsten Aufgaben der Zeitschrift bilden.

Soll der Physikunterricht den Sinn für das Thatsächliche ausbilden, soll er zu einem sicheren Wissen von der Wirklichkeit führen, so hat er aufs schärfste auseinanderzuhalten, wie weit unsere Gedanken über Dinge und Vorgänge einem thatsächlichen Zusammenhange entsprechen, und wie weit sie einesteils blofse Hülfsbegriffe, andernteils Gleichnisse oder Hypothesen sind. —

Es ist von einigen Seiten gegen die Zeitschrift der Vorwurf erhoben worden, dafs sie die Grenzen des Schulmäfsigen und für die Schule Verwertbaren weit überschreite, und sich nicht vielmehr enger dem Standpunkt des elementaren Unterrichts anpasse. Aber die Zeitschrift will, wie schon früher einmal (V 92) hervorgehoben, den verschiedensten Ansprüchen genügen, sie will insbesondere mit der Vorführung experimenteller Hülfsmittel den Bedürfnissen der Hochschule wie der Elementarschule, des Gymnasiums wie der Realschule und der technischen Fachschule dienen, und mufs einer jeden von ihnen überlassen, zu entscheiden, was aus dem Dargebotenen für ihre besonderen Zwecke verwendbar ist. Gerade diese Verbindung der verschiedenen Richtungen hat sich als besonders anregend und fruchtbar für jede der genannten Unterrichtsstufen erwiesen. Insbesondere möchten wir für den sogenannten Mittelschulunterricht die Förderung nicht missen, die ihm aus der Kenntnis der Methoden und Einrichtung der Hochschulen wie auch der technischen Fachschulen erwächst. Wir sind der Überzeugung, dafs auch dieser Unterricht aus der Fülle und aus der Tiefe schöpfen mufs, wenn er seiner Aufgabe gerecht werden will. Es könnte die Erreichung der letzten und höchsten Ziele des physikalischen, wie jedweden Unterrichtes nur beeinträchtigen, wenn man gegenüber der allgemein-pädagogischen Vorbildung des Lehrers die Fachbildung geringer schätzen, oder gar an stelle eindringenden Fachwissens sich mit einem seichten Halbwissen zufrieden geben wollte.

Allerdings ist die Befürchtung nicht ganz unberechtigt, dafs mit der gründlichen Ausbildung der Lehrer des Faches leicht auch die Grenze des auf der Schule zu behandelnden Stoffes nach oben hin verschoben wird. Die Gefahr ist aber nicht allzu grofs, da schon die beschränkte Zahl der Unterrichtsstunden an der Mehrzahl der Lehranstalten eine genügende Dämpfung jedes solchen Strebens bewirkt. Auch wäre, wie die Erfahrung in anderen Unterrichtsgegenständen zeigt, eher ein Gewinn als eine

Schädigung zu erwarten, wenn ab und zu ein für ein Einzelgebiet besonders interessierter Lehrer darauf einen mehr als verhältnismäfsigen Teil der verfügbaren Zeit verwendete; der Vorteil intensiveren Eindringens wird, besonders auch in erzieherischer Hinsicht, den Mangel eines abgerundeten encyklopädischen Wissens mehr als aufwiegen. Aber freilich wird sich die Zeitschrift der Aufgabe nicht entziehen können, zu untersuchen, was an physikalischem Lehrstoff als normativ anzusehen und wie im besonderen das Unterrichtsgebiet der höheren Schulen gegen das der Hochschulen am zweckmäfsigsten abzugrenzen ist.

Eine solche Abgrenzung ist namentlich im Hinblick auf das Lehrbuch dringend erforderlich. Zwar ist die Zeit vorüber, wo man das Lehrbuch als das vortrefflichste ansah, das die gröfste Fülle empirischen — und theoretischen — Materials enthielt. Aber es besteht noch vielfach die Neigung, den Charakter des Schullehrbuches mit dem des Leitfadens für Universitätsvorlesungen zu vermischen. Es soll alles berührt werden, alles dagewesen sein. Daher werden ganze Gebiete, die besser der Hochschule vorbehalten blieben, obenhin gestreift. Am schlimmsten steht es dann, wenn der Lehrbuchverfasser, was er gestern erst gelernt, heut schon lehren will. Der Vorwurf der Oberflächlichkeit trifft im besonderen auch manche der Leitfäden für die Unterstufe, in denen aus Mifsverständnis des in den neueren Lehrplänen Vorgeschriebenen ein hastiges und äufserliches Durchstümpern durch das ganze Gebiet beliebt wird. Andererseits verführt auch das Bestreben, den Stoff methodisch zu gestalten, leicht zu Mifsgriffen. Ein gutes Lehrbuch mufs schon in der Auswahl des Stoffes den methodischen Gesichtspunkt erkennen lassen, ohne dafs die Methode selbst sich als ein Zwang für den Lehrer fühlbar machen darf. Wir wollen nicht mit der Ansicht zurückhalten, dafs wir die Lehrbücher von Mach in ihrer ursprünglichen Form noch immer als vorbildlich ansehen und auf dem Wege, den sie eingeschlagen haben, die Lösung der Aufgabe erwarten. —

Was wir von dem physikalisch-chemischen Unterricht fordern und was durch ihn zuwege gebracht werden soll, ist ein Zweifaches: Wahrhaftigkeit gegenüber dem Wirklichen, und Sinn für strenges wissenschaftliches Denken. Nur bei einer dementsprechenden Gestaltung wird der Physikunterricht seine im höchsten Sinne bildende Kraft erweisen und sich die ihm gebührende Wertschätzung sichern. In dem Streben nach dem hierdurch bezeichneten Ziele wird die Zeitschrift auch im neuen Jahrzehnt ihrer bisherigen Haltung treu bleiben.

Bemerkungen über die historische Entwickelung der Optik.

Von

Prof. **E. Mach** in Wien.

Durch elementare und populäre Darstellungen der Optik entsteht zuweilen der Anschein, als ob in dem glücklichen Einfall, dafs das Licht eine Wellenbewegung sei, mit einem Mal der Schlüssel zum Verständnis der Optik gefunden worden wäre. Das Experiment hätte nach dieser Auffassung nur noch die Aufgabe gehabt, die Folgerungen aus dieser Hypothese zu prüfen, bezw. zu bestätigen, und die Wahrscheinlichkeit derselben zusehends zu erhöhen; die Hypothese bliebe aber eigentlich doch nur eine Hypothese. Der wirkliche Entwicklungsgang war, wie jeder Kenner der Geschichte weifs, und wie ich dies in meinen Vorlesungen (seit 1870) stets dargelegt

habe[1]), ein wesentlich anderer. Die Erkenntnis der einzelnen Eigenschaften des Lichtes ist den Forschern, man möchte fast sagen gegen ihren Willen, im Laufe der Jahrhunderte sehr langsam und allmählich durch die Thatsachen abgezwungen worden. Diese so gefundenen Eigenschaften sind, nicht einzeln und nicht in ihrer Verbindung, irgend etwas Hypothetisches, sondern sie sind ganz im Sinne NEWTONscher Forschungsziele durchaus thatsächliche Eigenschaften des Lichtes. Eine *„working hypothesis"*, welche aus der Beachtung von Ähnlichkeiten im Verhalten des Lichtes mit anderen bekannteren Vorgängen sich ergab, ist ja der Forschung behülflich gewesen; indem aber die einzelnen Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten mit anderen Vorgängen bestimmt hervortraten, wurden dieselben zu ebenso vielen thatsächlichen begrifflichen Bestimmungen des Lichtes. Insbesondere wer die heutige Lichtlehre betrachtet, hat durchaus nicht nötig, irgend welche fremdartige überflüssige, nicht thatsächlich nachgewiesene Eigenschaften dem Licht anzudichten. Bei dieser Auffassung gewinnt auch NEWTONS Stellung wesentlich an Wertschätzung. Wenn NEWTON oft als Gegner der Undulationstheorie bezeichnet wird, dessen Autorität die spätere Entwicklung der Optik gehemmt hat, so mufs man vielmehr sagen, dafs dieselbe nur durch Jene gehemmt worden ist, welche sich NEWTONS Handwerkszeug, nicht aber dessen Forschungsweise angeeignet hatten[2]).

Es sind nicht die einfachsten Lichtphänomene, welche sich dem Beobachter zunächst darbieten, sondern verhältnismäfsig zusammengesetzte Erscheinungscomplexe, die sichtbaren Körper, die an die leuchtenden Körper gebundenen, in rauchiger oder staubiger Luft sichtbaren geradlinigen „Strahlen" mit den unverkennbar damit zusammenhängenden Schatten u. s. w. Die Einseitigkeit, Polarität im MAXWELLschen Sinne[3]), enthüllt sich bei einem solchen Strahl schon durch Einbringen eines dunklen Körpers in denselben, welcher zwischen sich und dem leuchtenden Körper die Eigenschaften des Strahles bestehen läfst, aufserhalb dieser Strecke aber zum Erlöschen bringt. Die Beobachtungen von RÖMER bis FOUCAULT sind nur nähere quantitative Bestimmungen dieser Polarität, indem sie den Sinn und die „Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung" ermitteln. Die Möglichkeit, den Querschnitt eines solchen Strahles ohne wesentliche Änderung der Eigenschaften sehr zu verkleinern, führt durch Absehen von der Gröfse des Querschnittes überhaupt, durch Idealisierung der Thatsache, zum Strahlenbegriff der geometrischen Optik, und zur Symbolisierung durch eine geometrische Gerade. Hieran schliefsen sich die Beobachtungen der Reflexion und Brechung mit deren geometrischen Symbolisierungen.

NEWTON erkennt zuerst, dafs der Strahl in einer Superposition vieler verschiedener Erscheinungen besteht, wegen deren Unveränderlichkeit und Beständigkeit er sich für berechtigt erachtet, als deren Grundlage ebensoviele Substanzen anzusehen. Dies trifft auch zu, wenn wir den Substanzbegriff in der allgemeineren und abstrakteren Weise fassen, wie dies anderwärts geschehen[4]) ist.

---

[1]) Eine kurze Andeutung meines Standpunktes findet sich in meiner Abhandlung: Neue Versuche zur Prüfung der Dopplerschen Theorie. Sitzungsber. d. Wiener Akad. m.-n. Kl. II. Abt. Bd. 77, S. 807 u. f. f. (1878).

[2]) Ich möchte hier als sehr lehrreich empfehlen die Abhandlung von F. Hillebrand, Zur Lehre von der Hypothesenbildung. Sitzungsb. d. Wiener Akad. phil.-hist. Klasse. Bd. 134 (1896). Die wenigen Punkte, welchen ich nicht ganz zustimmen kann, werden bei anderer Gelegenheit zur Sprache kommen.

[3]) Maxwell, Electricity, Vol. II. S. 7.

[4]) Principien d. Wärmelehre, S. 422 u. f. f.

Es ist eigentümlich, dafs, während Huygens die Übereinstimmungen der Licht- und Schallfortpflanzung auffallen, Newton gerade durch die Unterschiede beider (Fehlen des Schallschattens, starke Schallbeugung) verhindert wird, die Übereinstimmungen zu würdigen. Dafür enthüllt sich ihm, wie schon vorher Grimaldi, die Periodicität des Lichtstrahles, welche Huygens trotz der ihm geläufigen Analogie zwischen Licht und Schall vollkommen entgangen war, durch die bekannten Versuche über die Farben dünner Plättchen. Und auch die Zusammensetzung des weifsen Lichtes aus einer grofsen Anzahl verschiedener Bestandteile ungleicher Periode (und Farbe) zeigt sich hier wieder, und wäre zweifellos bei diesen Versuchen gefunden worden, wenn sie nicht vorher schon bekannt gewesen wäre. Die von Newton erkannte und quantitativ bestimmte Periodicität, die, mit Römers Beobachtungen zusammengehalten, als eine zeitliche und räumliche aufgefafst werden mufs, ist durchaus nichts Hypothetisches.

Was Newton übersehen hatte, dafs zwei Strahlen zusammentreffen müssen, um die Erscheinungen am Farbenglase darzubieten, legte erst Th. Young vollkommen klar. Er erkannte, dafs die periodischen Eigenschaften der Strahlen sich wie positive und negative Gröfsen verhalten, die sich algebraisch summieren. Dies ist, von allen Bildern abgesehen, der wesentliche begriffliche Gehalt des Youngschen Prinzipes der Interferenz. Ohne sonderliche Schwierigkeit hätte Young auch durch blofse Versuche darthun können, dafs im homogenen (einfarbigen) Lichtstrahl die quantitative Periodicität durch die einfache Form $a \, . \sin \, (r \varphi)$ bestimmt ist.

In Bezug auf die Periodicität tritt noch eine ergänzende Einsicht bei Fresnel klar hervor, die wir bei Young kaum angedeutet finden. Fresnel sieht nämlich, dafs die Periodicität keine vollkommen regelmäfsige ist (wie etwa bei den Schwingungen einer Stimmgabel), da verschiedene Lichtquellen miteinander keine sichtbare Interferenz geben. Die Phasenstörungen verschiedener Lichtquellen finden in verschiedener Weise statt, sie sind durch kein Gesetz aneinander gebunden, sind von einander unabhängig. Erst später hat Billet das Verhältnis solcher Lichtquellen ausdrücklich bezeichnet, indem er dieselben incohärent genannt hat. Stokes nennt dieselben independent.

Schon bei Huygens' Versuchen über die Doppelbrechung des isländischen Kalkspats war es hervorgetreten, dafs die Eigenschaften der beiden den Doppelspat verlassenden Strahlen nicht durch ihre Richtung allein sich bestimmen. Newton erkannte das ungleiche Verhalten der verschiedenen Seiten eines solchen Strahles. Aber erst als sich Malus, durch einen Zufall, diese Erscheinung bei Reflexion des Lichtes an Glas in neuer und ungewöhnlicher Form darbot, erregte sie die zur weiteren Untersuchung notwendige Aufmerksamkeit. Die Eigenschaften eines solchen Strahles sind durch dessen Richtung und eine durch dieselbe gelegte Ebene von bestimmter Stellung, die Polarisationsebene, festgelegt. Hierin liegt das begrifflich Wesentliche der Polarisation.

Malus denkt sich die Lichtteilchen materiell mit parallel einer bestimmten Ebene orientierten Achsen, während Fresnel, den Gedanken der Schwingungen festhaltend, nun notwendig auf die Vorstellung von Transversalschwingungen geführt wird. Wenn aber der erstere das bekannte Cosinusquadratgesetz auf Grund der Erhaltung des Lichtstoffes errät und ableitet, so gelangt der andere zu demselben Ziel mit Hülfe des Prinzips der Erhaltung der lebendigen Kraft, worin die Anpassungsfähigkeit beider „*working hypotheses*“ und deren Fähigkeit, die Ermittelung des Thatsächlichen zu fördern, sich deutlich genug ausspricht.

Die Geschichte der Erforschung der Polarisation zeigt am besten, mit welchem Widerstande sich die Vorstellungen den Thatsachen angepafst haben. Huygens wird durch seine akustische Analogie überhaupt gehindert, das Wesentliche der Polarisation zu durchschauen. Newton erkennt sie zwar, seine Einsicht bleibt aber von den übrigen optischen Einsichten isoliert. Fresnel drängt sich, bei Versuchen über die Interferenz des polarisierten Lichtes, die Idee der Transversalschwingungen auf; sein genialer Mitarbeiter Arago vermag ihm aber hierin nicht zu folgen. Fresnel selbst wagt erst nach langem Zögern, diesen Gedanken festzuhalten, welcher sich schon Young flüchtig dargeboten hatte, welchen anzunehmen letzterer sich aber ebenfalls nicht hatte entschliefsen können. Dennoch ist die Einsicht, dafs die periodischen Eigenschaften des Lichtstrahles sich wie geometrisch summierbare Strecken in einem zweidimensionalen Raume (der zur Strahlenrichtung senkrechten Ebene) verhalten, lediglich ein Ausdruck der Thatsachen. Auch wenn wir hierfür gar keine physikalische Analogie hätten, wenn wir vorher sonst nirgends in der Welt Transversalschwingungen angetroffen hätten, müfsten wir diese Ansicht festhalten. Denn die Möglichkeit, auf fundamental neue Thatsachen zu treffen, hat nicht nur in den früheren Forschungsperioden bestanden, sie besteht auch jetzt noch fort und hat an keinem Tage aufgehört zu bestehen. Die Analogie des Neuen mit dem Alten hilft uns suchen. Dieselbe kann aber ebenso gut neue Unterschiede wie neue Übereinstimmungen zu Tage fördern. Derselbe Gesichtspunkt ist in Bezug auf die viel discutierten Eigenschaften des Äthers festzuhalten.

Fresnel hat die Optik dadurch so sehr gefördert, dafs er die von den Vorgängern Huygens, Newton, Young, Malus gewonnenen Einsichten mit grofser Kraft und Selbstständigkeit in sich vereinigt, und durch seinen eignen Erwerb vermehrt hat. Es gelingt ihm, die geradlinige Fortpflanzung des Lichts, die Brechung, Reflexion und die von allen Vorgängern mifsverstandene Beugung auf die eine fundamentale Thatsache der zeitlichen und räumlichen transversalen Periodicität des Lichtes zurückzuführen, sowohl in isotropen wie in anisotropen Körpern. Bei ihm bilden die Einzelerkenntnisse zuerst ein zusammenhängendes geschlossenes folgerichtiges System, welches gerade darum das noch Fehlende deutlich hervortreten läfst.

Stellen wir uns vor, ein vollkommen (linear) polarisierter Strahl sei in seinen physikalischen Eigenschaften erkannt, und die Thatsachen hätten bereits zur Annahme transversaler Schwingungen geführt. Der heutige Student wird wohl sehr geneigt sein, zu glauben, dafs nun die Existenz der übrigen Polarisationsarten, des circular und elliptisch polarisierten Lichtes mit dessen charakteristischen Eigenschaften rein deduktiv entwickelt und nachher durch das Experiment bestätigt worden wäre. Der Gang der Geschichte ist nun da sehr lehrreich.

Fresnel wiederholt und ergänzt die Malusschen Versuche über die Reflexion des vollkommen (linear) polarisierten Lichtes und untersucht hierbei auch die innere Reflexion in Glasprismen, gelegentlich auch die totale Reflexion. In letzterem Falle zeigt nun der reflektierte Strahl unter Umständen ganz neue merkwürdige Eigenschaften. Derselbe verhält sich, wie unpolarisiertes Licht, gegen den Doppelspath nach allen Seiten gleich, giebt aber, denselben Reflexionen nochmals unterworfen, wieder linear polarisiertes Licht, während unpolarisiertes Licht bei dieser Behandlung unverändert bleibt. Gypsblätter durchsetzend zeigt dieser Strahl die Aragosche chromatische Polarisation, welche das unpolarisierte Licht nicht erzeugt. Die von dem neuartigen Strahl hervorgebrachten Farben sind aber verschieden von den gewöhnlichen. Fresnel erkennt mit einem Blick, dafs sich alles so verhält, als ob die Dicke

des Gypsblättchens, also der Gangunterschied, geändert worden wäre und findet so den Gangunterschied von einer Viertelperiode, welcher zwischen den beiden im Gyps fortschreitenden Componenten schon vor dem Eintritt in den Krystall besteht. Durch diese Enthüllung der Natur des circular polarisierten Lichtes war der Deduktion eine mächtige Anregung gegeben, die nun parallel mit dem Experiment rasch eine Reihe neuer Ergebnisse zu Tage förderte.

Vollständiger wurden die letzten und allgemeinsten Consequenzen aus der Fresnelschen Grundauffassung des Lichtes eigentlich erst spät (1852) von Billet und besonders von Stokes gezogen. Letzterer hat alle möglichen Polarisationsarten und deren Combinationen mit deren Eigenschaften vollständig beschrieben.

Man kann heute die ganze Lehre von der Polarisation darstellen, indem man eine bloſse Übersicht der Thatsachen giebt. Auſser den Strahlen, welche sich bei Drehung des Analyseurs in jedem Azimut gleich, homotrop, verhalten, giebt es andere, die man als heterotrop bezeichnen kann. Unter den letzteren treten wieder solche auf, deren Eigenschaften durch eine durch dieselben gelegte Ebene, die Polarisationsebene, vollkommen bestimmt sind; nennen wir sie monohomale Strahlen. Das Experiment lehrt, daſs durch Superposition zweier monohomaler Strahlen sich dihomale, heterotrope oder auch homotrope herstellen lassen. Unpolarisiertes Licht ergiebt sich z. B. bei zu einander senkrechten Polarisationsebenen gleich intensiver incohärenter Strahlen, während bei cohärenten, um eine Viertelperiode gegeneinander verschobenen Strahlen das Fresnelsche (homotrope) circular polarisierte Licht auftritt. Wegen seines eigentümlichen Verhaltens gegen eine $\lambda/4$-Platte müſste man das circular und elliptisch polarisierte Licht als peripolar, dexioperipolar oder aristeroperipolar bezeichnen, während das monohomale selbst aperipolar genannt werden müſste.

Die erwähnten Thatsachen lassen sich vollständig und übersichtlich durch eine einfache Symbolik darstellen, indem man die im allgemeinen ungleichen Intensitäten J, J' der beiden zu einander senkrecht polarisierten monohomalen Strahlen durch einen schiefen Strich getrennt anschreibt, und deren Gangunterschied, bezw. deren Incohärenz an einem der Intensitätssymbole durch einen Index bezeichnet. Es lassen sich nun folgende Lichtarten unterscheiden:

Linear. pol. L.	$= J/o$	Theilw. lin. pol. L.	$= J/o + J'/J'_{incoh.}$
Circular. pol. L.	$= J/J_{\lambda/4}$	Theilw. circ. pol. L.	$= J/J_{\lambda/4} + J'/J'_{incoh.}$
Elliptisch. pol. L.	$= J/J'_{\lambda/4}$	Theilw. ellipt. pol. L.	$= J/J'_{\lambda/4} + J''/J''_{incoh.}$
Unpolarisirt. L.	$= J/J_{incoh.}$		

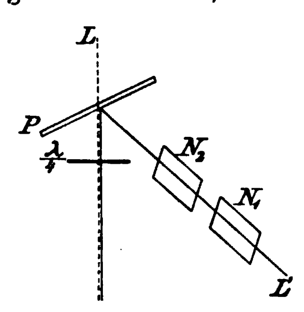
Ist unsere begriffliche Auffassung der Thatsachen vollständig und enthält sie nichts Überflüssiges, so darf es keine Thatsache geben, der nicht ein Begriff, und keinen Begriff, dem nicht eine Thatsache entspricht. Daſs dies in dem fraglichen Falle wirklich zutrifft, wird z. B. durch meine in Pfaundlers Lehrbuch mitgeteilte analytische Tabelle der Polarisationsarten deutlich, welche ich nur in Bezug auf die Nomenclatur zweckmäſsiger gestalten könnte. Es ist nur hinzuzufügen, daſs man jede Polarisationsart auch willkürlich praktisch herstellen kann, etwa durch folgendes schematisch dargestellte Verfahren:

Eine Lichtquelle L (s. Fig.) sendet bei möglichst senkrechter Incidenz ihr Licht durch eine unbelegte Glasplatte P, welche zugleich unter derselben Incidenz das Licht der intensiveren Lichtquelle L' reflektiert, das durch 2 Nikols N_1, N_2 beliebig abgeschwächt werden kann. Das Nikol N_2 steht so, daſs die Polarisationsebene des austretenden Lichtes mit der Reflexionsebene von P zusammenfällt. Beide Lichter durch-

dringen eine $\lambda/4$-Platte. Durch Drehung von N_1, Orientierung der $\lambda/4$-Platte, Abschwächen oder Löschen von L oder L' lassen sich alle möglichen Fälle darstellen.

Alles dies liefse sich studieren, ohne auch nur einmal an ein aufserhalb der Thatsachen liegendes Bild zu denken, mit Hülfe rein abstrakter begrifflicher Reaktionen und physikalischer Operationen.

Fragen wir aber, ob dieses Verfahren auch durchaus zweckmäfsig wäre? Es giebt Thatsachen, die wir unmittelbar sinnlich wahrnehmen, die wir so zu sagen mit einem Blick überschauen. Andere Thatsachen aber ergeben sich erst durch ein kompliziertes Beobachtungs- und begriffliches Reaktionssystem. Niemand sieht es z. B. den Massen unmittelbar an, dafs sie sich gegenseitig Gravitationsbeschleunigungen erteilen. Die Phase einer Schallwelle ist nicht unmittelbar wahrnehmbar, noch weniger die Phase eines Lichtstrahles. Die Periodicität des Lichtes ist nicht ohne weiteres sichtbar, und deren Erfassung wird noch durch die mikroskopische Periodenlänge erschwert. Auch die Polarisationsebene erkennt man nicht unmittelbar. Man kann dem Licht nicht ansehen, dafs es periodisch und polarisiert ist, sondern kann dies nur durch umständliche Versuche ermitteln.



Da wir aber mit sinnlichen anschaulichen Vorstellungen viel vertrauter sind, einfacher und geläufiger mit denselben verkehren als mit abstrakten Begriffen, die sich immer auf anschauliche Vorstellungen als ihre letzten Grundlagen aufbauen, so lehrt uns schon der Instinkt, mit dem Lichtstrahl eine Welle von anschaulicher gröfserer Wellenlänge, mit bestimmter an die Reflexionsebene des polarisierenden Spiegels gebundener Schwingungsebene, vorzustellen, welche sich bei analogen Versuchen ähnlich verhalten würde, wie jener Lichtstrahl. Mit Hülfe solcher Vorstellungen übersehen wir rascher und leichter die Lichtphänomene als durch abstrakte Begriffe. Dieselben sind, um einen modifizierten Ausdruck von Hertz zu gebrauchen, Bilder von Thatsachen, deren psychische Folgen wieder die Bilder der Folgen der Thatsachen sind. Die Geschichte lehrt, dafs diese Bilder zu viel und zu wenig enthalten, die Forschung fördern oder auch hindern können, dafs sie aber nach und nach sich zweckmäfsiger gestalten. Hat man aber einmal genau festgestellt, worin das Bild mit der Thatsache begrifflich übereinstimmt, so verbindet dieses den Vorteil der Anschaulichkeit mit dem der begrifflichen Reinheit. Es ist nun geeignet, die durch neue (elektromagnetische, chemische) Thatsachen geforderten weiteren Bestimmungen ohne Widerstreben anzunehmen.

Es wird unnötig sein, auf die didaktischen Anwendungen dieser Betrachtungen ausdrücklich hinzuweisen.

Über Rheostaten für starke Ströme zu Experimentierzwecken.

Von

Dr. K. Strecker in Berlin.

An vielen Orten hat jetzt der Experimentator Gelegenheit, seinen Versuchstisch mit einem Anschlufs an ein Vertheilungsnetz für elektrischen Strom auszustatten. Die Spannung, die ihm dann zur Verfügung steht, ist aber in der Regel so hoch, dafs er aufser den Anschlufsklemmen, Schaltern und Schmelzsicherungen noch be-

sonderer Rheostaten bedarf, die vor die Versuchsapparate geschaltet werden müssen, damit der Strom sich in den für die Apparate und Versuche geeigneten Grenzen halte. Solche Rheostaten zu beschreiben, soll der Zweck nachfolgender Zeilen sein.

1. Aufgabe des Rheostaten.

An den Anschlufsklemmen steht die Spannung E, gewöhnlich 100 bis 110 Volt, zur Verfügung. Es soll ein Versuch ausgeführt werden mit einem Apparat vom Widerstande r, in dem infolge des Versuches und während des letzteren eine elektromotorische Gegenkraft e auftritt; der Versuch erfordert einen Strom von J Ampère.

Alsdann mufs man vor den Apparat einen Rheostatenwiderstand R vorschalten, und es ist

$$E = e + J(R + r),$$

woraus sich R bestimmen läfst. In der Regel ist sowohl e als Jr gering gegen E und es ergiebt sich, dafs R nur wenig kleiner als E/J zu wählen ist.

Man ersieht aus der Gleichung, dafs die Spannung am Apparat $= e + Jr$ ist, während die Spannung JR im Rheostaten „verzehrt“ wird; ferner ergiebt sich leicht, dafs in dem Rheostaten eine Wärmemenge entsteht, welche sich nach der Formel

$$W = 0{,}24.\ J^2 R\, t\ g\text{-}cal$$

berechnet; t ist die Zeit in Sekunden. Der Rheostat hat also die Aufgabe, diese Wärmemenge aufzunehmen, nach Umständen auch möglichst rasch wieder abzugeben. Hieraus ergiebt sich eine praktische Folgerung, die für den Neuling sehr wichtig ist: der Rheostat wird heifs, sogar sehr heifs.

2. Grundlagen der Construktion.

Soll ein solcher Rheostat entworfen werden, so ist die erste Frage: ist er für dauernde oder nur für vorübergehende Einschaltung bestimmt? Im ersteren Falle mufs man darauf bedacht sein, die erzeugte Wärme rasch wieder abzuführen, im letzteren Falle kann man den Rheostaten wie einen Wärmebehälter betrachten und die Wärme darin lassen. Die beiden Fälle sind theoretisch und praktisch verschieden zu behandeln; es soll hier zunächst von dem Rheostaten für dauernde Einschaltung die Rede sein.

Im Augenblicke der Einschaltung hat das Widerstandsmaterial im Rheostaten die Temperatur θ der umgebenden Luft. Es wird nunmehr vom Strom Wärme entwickelt, wodurch die Temperatur des Rheostaten steigt; besitzt er eine höhere Temperatur als die umgebende Luft, so giebt er von seiner Wärme ab; zuerst, solange er noch wenig erwärmt wird, nur wenig; später, wo seine Temperatur schon bedeutend gestiegen ist, mehr; schliefslich wird — constanten Strom vorausgesetzt — ein Zustand erreicht, bei dem der Rheostat in jeder Sekunde so viel Wärme an die Umgebung abgiebt, als vom Strom in ihm erzeugt wird.

Nennen wir diese Schlufstemperatur T und besitzt der Rheostat die ausstrahlende Oberfläche S qcm, so ist

$$0{,}24\, J^2 R = 0{,}0006\,.\,S\,.\,(T - \theta),$$

worin 0,0006 das äufsere Wärmeabgabevermögen ist; diese Zahl ist aus praktischen Versuchen über die Erwärmung eines frei in der Luft ausgespannten Drahtes abgeleitet.

Hieraus ergiebt sich für die Temperaturerhöhung

$$T - \theta = \frac{0{,}24 \cdot J^2 R}{0{,}0006 \cdot S} = 400 \cdot \frac{J^2 R}{S}.$$

Häufig handelt es sich um Rheostaten aus Leitern, deren Querschnitt Q klein ist gegen die Länge L; man kann dann die Oberfläche darstellen als das Produkt aus Länge und Querschnittsumfang U.

Will man den Widerstand R durch L und Q ausdrücken, so ist zu beachten, dafs L und Q bisher in cm und qcm gemessen wurden; wir setzen daher

$$R = \varrho \cdot \frac{L}{Q} \cdot 10^{-4},\ S = L\,U,$$

$$T - \theta = 0{,}04 \cdot \frac{J^2 \varrho}{Q\,U}.$$

Die Voraussetzung ist aber hier, dafs die ganze Oberfläche des Leiters an der Wärmeabgabe teilnimmt, also freiliegt; bei sehr eng gewickelten Drahtspiralen ist dies schon nicht genügend der Fall; in allen Fällen ist durch die Anordnung der Drähte, Anbringen von Lüftungsöffnungen u. s. w. für rasche Abfuhr der Wärme zu sorgen. Für Drahtspulen aus isoliertem Draht, wie sie z. B. in den Stöpselrheostaten verwendet werden, gilt die letztere Formel nicht; denn bei solchen Spulen dient nur der äufsere Mantel des Cylinders als strahlende Oberfläche, und ein seideisolierter Draht, der frei durch die Luft gespannt, mit Sicherheit mehrere Ampère aushält, verkohlt beim gleichen Strom, wenn man ihn auf eine Holzrolle dicht aufwickelt.

Die Formel zeigt, dafs für die Erwärmung aufser der Stromstärke noch das Material des Rheostaten und der Umfang seines Querschnittes mafsgebend ist, während die Länge des Widerstandskörpers ohne Einflufs ist. Für einen vorgeschriebenen Widerstand fällt, wie die Formel zeigt, die Temperaturerhöhung um so geringer aus, je gröfser der Querschnitt und je gröfser der Querschnittsumfang des Leiters im Rheostaten ist. Die Länge L kommt nur insofern in Betracht, als es nicht gleichgültig ist, eine wie grofse Länge Widerstandsdraht im Rheostaten unterzubringen ist; von dieser Länge hängt die Gröfse des Rheostatenkastens und damit bis zu einem gewissen Grade der Preis ab. Es ist also darauf zu sehen, dafs der Widerstandsdraht kurz werde; wie wir oben sahen, soll er auch einen grofsen Querschnitt haben. Diesen Bedingungen genügt ein Draht aus Material von möglichst hohem spezifischem Widerstande. Im Nebenstehenden wird eine Tabelle von Widerstandsmaterialien mitgeteilt, die nach den Angaben der Fabrikanten zusammengestellt ist[1]; darin bedeutet ϱ den spezifischen Widerstand bezogen auf Ohm, $\Delta\varrho$ die Änderung von ϱ für 1^0 Temperaturunterschied.

Die zweite Bedingung erfordert möglichst grofsen Umfang für den Querschnitt, also dünne Drähte, Bänder aus Blech und Drahtnetz, Röhren u. dgl. Gewöhnliche runde Drähte von mehr als 1,5 bis 1,7 mm sind sehr ungünstig; stärkere Querschnitte stellt man besser aus mehreren parallel geschalteten Drähten her.

Für runde Drähte ist $U = d\,\pi$, $Q = \frac{d^2 \pi}{4}$, demnach

$$T - \theta = 0{,}04 \cdot \frac{J^2 \varrho}{\frac{\pi^2}{4} \cdot d^3} = 0{,}016 \cdot \frac{J^2 \varrho}{d^3},$$

wobei d in cm auszudrücken ist. Will man d in mm angeben, so wird

$$T - \theta = 16 \cdot \frac{J^2 \varrho}{D^3}.$$

[1]) Aus dem „Hilfsbuch für die Elektrotechnik", 5. Aufl. (unter der Presse).

Bezugsquelle	No.	Material	ϱ	$\Delta\varrho$	spec. Gew.	Festigkeit $\frac{kg^*}{mm^2}$	feinster Draht mm
Basse u. Selve, Altena	1	Patentnickel	0,34	0,00017	8,70		
	2	Constantan	0,50	— 0,00003	8,82		
	3	Nickelin	0,41	0,0002	8,62		
Fleitmann, Witte & Co., Schwerte	4	Widerstandsdraht „Superior“	0,86	0,00073			0,05
	5	- Ia. Ia., hart	0,50	— 0,00001			-
	6	- - weich	0,47	0,00001	8,5		-
	7	Nickelin No. 1, hart	0,44	0,00008	bis		-
	8	- - weich	0,41	0,00008	9,0		-
	9	- No. 2, hart	0,34	0,00017			-
	10	- - weich	0,32	0,00018			-
	11	Neusilber 2a, hart	0,39	0,00019			-
	12	- - weich	0,39	0,00020			-
W. C. Heraeus, Hanau	13	Platiniridium, hart	0,37	0,00059			0,025
	14	- weich	0,35	0,00069			0,03
Isabellenhütte bei Dillenburg	15	Manganin	0,42	± 0,00001		45	0,05
Fr. Krupp, Essen (Ruhr)	16	Kruppin	0,85	0,0008	8,10	50	0,5
Dr. Geitner's Argentanfabrik, F. A. Lange, Auerhammer, Sachs.	17	Rheotan	0,47	0,00023	8,72		0,10
	18	Nickelin	0,40	0,00022	8,75		0,10
	19	Extra Prima	0,30	0,00035	8,72		0,10

Für Kupfer ist $\varrho = 0{,}018$ bis 0,02, für Eisen etwa 0,1 bis 0,13 je nach Material und Temperatur. Man kann also die Erwärmung eines frei ausgespannten Drahtes in Luft hiernach berechnen. Auch für andere Querschnittsformen läfst sich nach Anleitung der vorigen Rechnung die Erwärmung vorher bestimmen. Umgekehrt kann man für jedes gewählte Material und jeden Querschnitt den Strom bestimmen, der eine zugelassene Temperaturerhöhung erzeugt. So wird z. B. im „*Hilfsbuch für die Elektrotechnik*“ (4. Aufl. S. 455) eine Tabelle für ein Material vom spezifischen Widerstand 0,45 und für runden Draht mitgeteilt:

No.	Draht, Zahl und Durchmesser	zu gebrauchen für	Länge von 1 Ohm
1	1 zu 0,5 mm	0 — 1 A	0,44
2	0,7	1 — 2	0,86
3	0,9	2 — 3	1,41
4	1,1	3 — 4	2,25
5	1,4	4 — 6	3,45
6	2 zu 1,1	6 — 8	4,5
7	{ 1 zu 1,1 1 zu 1,4	8 — 10	5,7
8	2 zu 1,4	10 — 12	6,9

Die Erwärmung beträgt etwas über 40°.

Für Metallband oder sogen. Flachdraht von der Breite b und der Dicke a ist der Querschnitt $a\,b$ und der Umfang $2\,(a+b)$, also

$$T - \theta = 0{,}04 \cdot \frac{J^2 \varrho}{2 \cdot (a+b)\, a\, b} = 0{,}02 \cdot \frac{J^2 \varrho}{a\, b\, (a+b)}.$$

Ein Blechband aus Manganin ($\rho = 0{,}42$) von 0,05 mm Stärke und 1,55 mm Breite hält demnach bei einer Erwärmung von etwa 50° einen Strom aus

$$J = \sqrt{\frac{50}{0{,}02} \cdot \frac{0{,}005 \cdot 0{,}155 \cdot 0{,}160}{0{,}42}} = 0{,}84 \text{ A}.$$

Man wird ihm also auch einen Strom von etwa 1 A zumuten dürfen; selbst ein Strom von 2 A schadet ihm noch nicht viel, da es dabei noch nicht glühend wird. Solches Band, welches künstlich wellig gemacht worden ist, besitzt bei den oben angegebenen Abmessungen auf 1 m Länge 4,6 Ohm und kann unter dem Namen „Mangankrüpplätt" von O. Wolff, Berlin SW, Alexandrinenstrafse 14 bezogen werden.

Bei diesen Draht- oder überhaupt Metallrheostaten mufs die Temperatur gewöhnlich niedrig bleiben; man kann allerdings Eisendraht verwenden, diesen bis zur Rotglut erhitzen, und wenn er verbraucht ist, erneuern. Aber die Regel ist doch eine Erwärmung um 40—60, allenfalls 80°.

Günstiger ist die Verwendung von Glühlampen, wobei man gute Abkühlungs- und Lüftungsverhältnisse erzielen kann; vgl. hierzu weiter unten.

Etwas anders liegen die Bedingungen für Flüssigkeitswiderstände. Für dauernde Einschaltung im technischen Betriebe sind diese Widerstände zwar nicht zu empfehlen; im Laboratorium aber können sie recht wohl auch bei länger dauernden Versuchen gute Dienste leisten; in solchem Falle mufs man für Zufuhr abgekühlter Flüssigkeit sorgen, was am besten auszuführen ist, wenn man Leitungswasser nimmt. Ein Rheostat dieser Art wird weiter unten beschrieben.

Rheostaten für vorübergehende Einschaltung können in ihren Abmessungen weit kleiner gewählt werden als die für dauernde Einschaltung; berechnet man einerseits die ganze, während der Dauer der Einschaltung erzeugte Wärme und andererseits aus den Massen und spezifischen Wärmen die Wärmekapazität des Rheostaten, so läfst sich eine obere Grenze für seine Erwärmung ermitteln.

3. Construktionsformen.

a) Metallrheostaten. Es handelt sich bei Metallrheostaten stets darum, eine genügende Abkühlungsfläche und gute Lüftung zu erzielen. Es werden also aus Drähten oder kräftigeren Bändern Spiralen gewickelt, dünnere Bänder, auch Drahtgewebestreifen werden gerade gespannt. Spiralen, die parallel geschaltet werden, kann man von ungleichem Durchmesser herstellen und ineinander stecken. Zur Befestigung dienen entweder Porcellanrollen, die an einen Holzrahmen geschraubt werden, oder — zu empfehlen bei Selbstanfertigung — starke Messingschrauben mit halbrunden Köpfen, die in den Rahmen oder das Brett so eingeschraubt werden, dafs der cylindrische obere Teil (von 3—4 mm Durchmesser) zum Anlöten von Band oder Draht frei bleibt.

Der zu wählende Querschnitt des Leiters braucht nicht in allen Teilen gleich zu sein. Sei ein Rheostat gegeben, dessen erste Abteilung den Widerstand R_1, die folgende R_2 u. s. w. besitzt, so sind die Stromstärken im Rheostaten, wenn der Widerstand des hinzugeschalteten Versuchsapparates zu vernachlässigen ist, der Reihe nach E/R_1, $E/(R_1 + R_2)$, $E/(R_1 + R_2 + R_3)$ u. s. f. Die Querschnitte können also diesen Strömen entsprechend gewählt werden. Im Nachstehenden wird ein solcher Rheostat für eine Spannung von 110 Volt berechnet, der dazu bestimmt ist, einen Strom von höchstens 20 A aus dem Verteilungsnetz zu entnehmen.

Ein solcher Rheostat mufs eine Abteilung von $^{110}/_{20} = 5{,}5$ Ohm enthalten, die 20 A verträgt und niemals ausgeschaltet werden kann. Man wird nun weiter an-

nehmen dürfen, dafs die meisten Versuchsapparate zu ihrem Betriebe nur einer sehr geringen Klemmenspannung bedürfen; wir können demnach ihren Widerstand bei der Berechnung des Rheostaten vernachlässigen und die Sache so ansehen, als verbänden wir die beiden Enden des Rheostaten unmittelbar mit den Klemmen des Anschlusses.

Wir setzen fest, dafs der Rheostat in Teilen einzuschalten sei, und dafs bei der Einschaltung der ersten Stufe der Strom von 20 auf 16 Ampère, dann je nach Einschaltung der weiteren Stufen auf 12, 9, 6, 4, 2, 1, 0,5 A fallen soll. Diesen Strömen sind die Gesamtwiderstände umgekehrt proportional, und die Widerstände der einzelnen Stufen sind die Differenzen der berechneten Gesamtwiderstände. Dies ergiebt die 4 ersten Spalten der nachfolgenden Tabelle; in der folgenden steht der zu verwendende Draht, entnommen aus der (passend fortgesetzten) oben angegebenen Tabelle; die 6. Spalte giebt an, welche Länge von diesen Drähten zu verwenden ist, und in den letzten Spalten findet man angegeben, wie viel Meter von jeder Drahtstärke gebraucht werden, woraus sich leicht die Menge nach Gewicht berechnen läfst.

No. der Abt.	Strom	ganzer Widerstand	Widerstand der Abteilung	passender Draht, Zahl und Stärke	Länge der Abteilung m	Länge in m der erforderlichen Drähte zu			
						0,5	0,7	1,1	1,4
1	20	5,50	5,50	{ 2 × 1,4 2 × 1,1	62,8			125,6	125,6
2	16	6,88	1,38	4 × 1,1	12,5			50,0	
3	12	9,16	2,28	2 × 1,4	15,8				31,6
4	9	12,22	3,06	{ 1,4 1,1	17,5			17,5	17,5
5	6	18,34	6,12	1,4	21,1				21,1
6	4	27,50	9,16	1,1	20,6			20,6	
7	2	55,00	27,50	0,7	23,6		23,6		
8	1	110,00	55,00	0,5	24,2	24,2			
9	0,5	220,00	110,00	0,5	48,4	48,4			
			220,00			72,6	23,6	213,7	195,8

Um diesen Draht im Rheostaten zu befestigen, wickelt man ihn zu Spiralen auf; die Drähte von 1,4 und 1,1 mm Stärke lassen sich zu Spiralen von 2 cm lichtem Durchmesser und 6 mm Ganghöhe, der Draht von 0,7 mm zu Spiralen von 1,5 cm Durchmesser und 4 mm Ganghöhe, der von 0,5 mm zu Spiralen von 1 cm Durchmesser und 3 mm Ganghöhe wickeln. Schwächerer Draht als 0,5 mm ist der geringen Festigkeit wegen schlecht zu verwenden. Die Spiralen von verschiedenem Durchmesser herzustellen und ineinanderzustecken, bietet Schwierigkeiten für die Selbstherstellung, deshalb soll dies hier aufser Acht bleiben. Nach dem Obigen beansprucht 1 m Draht, nachdem er zur Spirale gewickelt ist, einen cylindrischen Raum von:

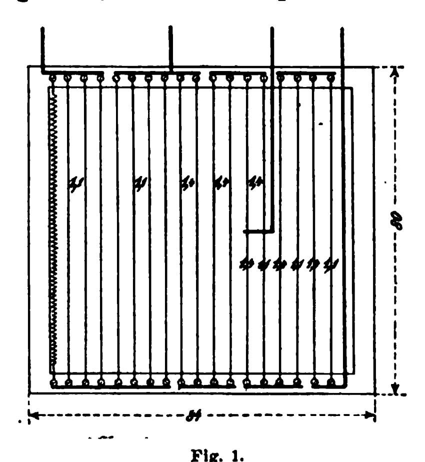
beim Draht von	des Cylinders äufserer Durchmesser	des Cylinders Länge
1,4	2,3 cm	10 cm
1,1	2,2 -	10 -
0,7	1,7 -	8,5 -
0,5	1,1 -	9,5 -

Die ganze Drahtmenge, die im Rheostaten unterzubringen ist, besitzt demnach als Spirale eine Länge von

$$6{,}9 + 2{,}1 + 21{,}4 + 19{,}6 = 50{,}0 \,\text{m},$$

während die Spiralen einschliefslich des erforderlichen Zwischenraumes zwischen zwei benachbarten Spiralen 4 cm Breite erfordern. Ein viereckiger hölzerner Rahmen, an dem man diese Spiralen befestigen wollte, müfste demnach 1 qm grofs sein; dieser Rahmen würde dann auf beiden Seiten mit den Spiralen bespannt. Wo diese Gröfse unbequem ist, nimmt man zwei Rahmen von $^1/_2$ qm, die man einander parallel stellt und in passendem Abstand (etwa 8 cm) von einander in einem hölzernen Gestell befestigt.

Ein Rahmen (Fig. 1), 80 cm hoch, 84 cm breit, genügend kräftig aus Holz hergestellt, wird an zwei parallelen Seiten vorn und hinten mit kräftigen Messingschrauben besetzt; die Schrauben der Hinterseite sitzen in den Zwischenräumen, welche die Schrauben der Vorderseite freilassen. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Schrauben (von Mitte zu Mitte gemessen) beträgt 4 cm (s. Fig. 2); es befinden sich also beiderseits 18 Schrauben oben und ebenso viele unten, an denen 36 Spiralen befestigt werden können, jede 70 cm lang.


Fig. 1.

Die erste Abteilung enthält 251,2 m Draht, der als Spirale 25,12 m lang ist und demnach durch $36 = 4 \times 9$ Spiralen von 70 cm dargestellt wird; der erste Rahmen bildet also die erste Abteilung. Die Spiralen werden dadurch an den Schrauben befestigt, dafs man das gerade Ende des Drahtes um den Schaft der Schraube herumwickelt und dort festlötet; das freie Ende wird dann weitergeführt und zur Parallel- und Hintereinanderschaltung der Spiralen benutzt, indem man es an der passend gewählten Nachbarschraube ebenso anlötet.

Die zweite Abteilung besteht aus 50 m Draht = 5 m Spirale; da sie aus 4 nebeneinander geschalteten Drähten herzustellen ist, so mufs man 8 Spiralen wählen, jede etwas kürzer als 70 cm (nämlich 63 cm lang) machen und sie stärker spannen.

Die dritte Abteilung enthält 31,6 m Draht = 3,16 m Spirale = 5 Spiralen von 62 cm Länge, welche stärker auseinandergezogen werden. Von den 5 Spiralen sind je 2 in Parallelschaltung zu verbinden; es bleiben also zwei Halbspiralen übrig.

In Abteilung 4 sind 2 Drähte, jeder von 17,5 m, parallel zu schalten, d. i. für jeden Draht $2^1/_2$ Spirale; die zwei halben Spiralen legt man an den Anfang, wo die eine sich mit einer halben Spirale von gleicher Drahtstärke der vorhergehenden Abteilung vereinigen läfst; die andere Spirale aus 1,1 mm starkem Draht mufs mit der Spirale aus 1,4 mm starkem Draht verlötet werden. Die Mitten beider Spiralen werden mit einander verlötet.

Für Abteilung 5 braucht man 3 Spiralen, ebenso für Abteilung 6. Abteilung 7 enthält Draht von 0,7 mm, von dem 1 m als Spirale nur 8,5 cm Länge besitzt; man verwendet auch hier 3 Spiralen. Abteilung 8 bekommt gleichfalls 3 Spiralen und die noch übrigen 6 Spiralen reichen nahezu aus, den Widerstand auf 220 Ohm zu ergänzen.

Von den Enden der Abteilungen führen Kupferdrähte zum Schaltbrett, welches oben auf dem Rheostaten befestigt wird; diese Abzweigedrähte werden auf eine Erwärmung von höchstens 10° C. berechnet.

Fig. 1 stellt einen solchen Rahmen dar, und zwar sieht man die Spiralen der zweiten bis vierten Abteilung mit Angabe der Drahtstärken; die Verbindungsdrähte zur Reihen- und Zweigschaltung und die zum Schaltbrett sind stärker ausgezogen, die Spiralen aufser der ersten durch einfache Striche angegeben. Fig. 2 gibt die Anordnung an einer Ecke mit Mafsen an. Das Schaltbrett kann man sich allenfalls selber herstellen; man verwendet dazu Tischklemmen, die radial um den Drehpunkt einer Kurbel angeordnet werden; statt der Tischklemmen lassen sich auch Messingschrauben mit grofsen Köpfen verwenden; es ist aber doch ratsam, diesen Teil von einem Mechaniker ausführen zu lassen, da besonders die Herstellung einer guten Kurbel Schwierigkeiten bietet.

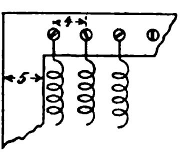


Fig. 2.

Die Firma Dr. Paul Meyer, Berlin-Rummelsburg, die sich speziell mit der Herstellung von Rheostaten für starke Ströme befafst, stellt passende Schaltbretter zu solchen Rheostaten her (von denen eins mit 9 Contakten, zu dem berechneten Rheostaten passend, im nächsten Heft abgebildet werden wird). Die runden Contaktplatten sind mittels Schrauben in einer Schieferplatte befestigt und unterhalb befindet sich eine zweite Mutter zum Anlegen des Abzweigedrahtes zum Rheostaten; die Kurbel schleift mit den Contaktfedern auf den Contaktplatten; Anschlagbolzen begrenzen die Bewegung der Kurbel. An dem Metallstück, das die Achse für die Kurbel trägt, befindet sich unterhalb eine Mutter zur Befestigung eines Drahtes. Zwei Endklemmen vervollständigen die Ausrüstung des Rheostaten[1]).

Die Anordnung für den beschriebenen Rheostaten würde also sein (Fig. 3): Endklemme — 1. Abteilung von 5,5 Ohm — erste Contaktplatte — 2. Abt. — 2. Contaktplatte — 3. Abt. — 3. Contaktplatte u. s. f., schliefslich führt ein Draht von der Anschlufsschraube der Kurbel zur anderen Endklemme. Setzt man noch eine 10. Contaktplatte auf das Schaltbrett, die keine Verbindung bekommt, so hat man gleich einen Unterbrecher am Rheostaten.

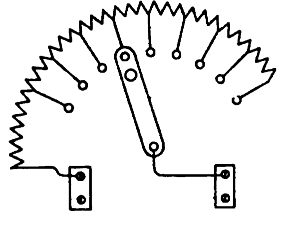


Fig. 3.

Zum Schutz kann man den Rheostaten mit durchlöchertem Eisenblech oder auch mit weitmaschigem Drahtnetz umkleiden.

Die gebräuchlichen Widerstandsmaterialien kosten bei stärkeren Drähten und Bändern etwa durchschnittlich 5 bis 7 Mark für 1 kg; für dünnen Draht und Blech sind Preiszuschläge zu zahlen. Hiernach wird man leicht imstande sein, die Herstellungskosten eines Rheostaten — bei Selbstanfertigung — zu berechnen. Vom Fabrikanten bezogen wird er mehrmals so viel kosten, als wenn man ihn selbst anfertigt.

---

[1]) Ein solches Schaltbrett kostet, fertig montiert,

	für 10 A.	30 A.	60 A.
mit 9 Contakten	10,25 M	15,40 M	27,25 M
15 -	11,20 -	17,00 -	30,00 -

Die einzelnen aus Metall gefertigten Teile des Schaltbrettes giebt die genannte Firma zu folgenden Preisen ab:

	für Ströme bis 10 A.	30 A.	60 A.
Kurbel mit Axstück, Federn und Anschlufsschraube	3,50 M	5,45 M	8,55 M
1 Contaktplatte mit 2 Muttern	0,15 -	0,25 -	0,40 -
2 Anschlagbolzen	0,10 -	0,15 -	0,20 -
1 Endklemme mit Flügelmutter	1,00 -	1,00 -	1,00 -

Zwischengröfsen werden nicht fabriziert und würden demnach bei Herstellung unverhältnismäfsig viel teurer sein.

Um kleine regulierbare Widerstände zu erhalten, verwendet man einen Draht oder ein Band, das auf einem Brett oder am Tisch hin- und hergespannt wird und von dem durch einen Bügel ein Teil aus- und eingeschaltet werden kann, wie Fig. 4 darstellt. Für Drähte kann man als Bügel eine Klemmschraube mit zwei Durchbohrungen verwenden.

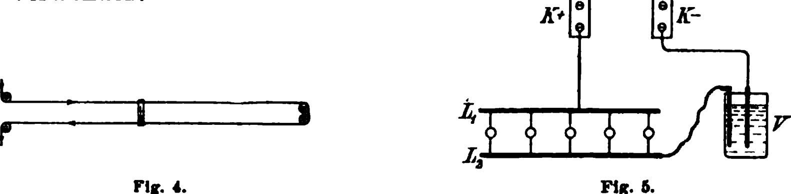


Fig. 4. Fig. 5.

b) Glühlampenbatterie. Einen sehr zweckmäfsigen Rheostaten erhält man durch Parallelschalten von Glühlampen. Es seien in Fig. 5 $K+$ und $K-$ die Klemmen, zwischen denen die Spannung E des Vertheilungsnetzes herrscht. Man will durch ein Kupfervoltameter V einen Strom von J (etwa 10) A senden.

Zu diesem Zweck schaltet man zwischen die Leitungen L_1 und L_2 eine Anzahl Glühlampen nebeneinander; sei der Widerstand einer Glühlampe im heifsen Zustand $= r$ (kalt ist er ungefähr doppelt so grofs, wie heifs), die Zahl der Glühlampen $= n$, so ist der Widerstand zwischen L_1 und $L_2 = \frac{r}{n}$.

Besitzt nun das Voltameter den Widerstand R und ist seine elektromotorische Gegenkraft e, so ist

$$E = J \cdot \frac{r}{n} + J \cdot R + e.$$

e sowohl wie JR sind klein gegen E, es genügt also

$$E = J \cdot \frac{r}{n}$$

zu setzen, woraus sich zweierlei ergiebt. Einmal kann man die erforderliche Lampenzahl berechnen als

$$n = \frac{J\,r}{E},$$

wobei allerdings die Bedingung zu berücksichtigen ist, dafs n stets eine ganze Zahl sein mufs. Ferner ergiebt sich aus

$$J = n \cdot \frac{E}{r},$$

worin E und r ein für allemal gewählte Gröfsen sind, dafs es am bequemsten ist, die Stromstärke aus der Zahl n der parallel geschalteten Lampen gewissermáfsen abzulesen. Der Strom, den eine gewöhnliche 16kerzige Glühlampe bei 100—110 V verbraucht, beträgt nahezu 0,5 A. Um einen Strom von 10 A durch das Voltameter zu senden, hat man demnach 20 Glühlampen parallel zu schalten. Stellt man die Glühlampen so auf, dafs leicht zu übersehen ist, wieviel davon glühen, so kann man hieraus die Stromstärke bestimmen.

Besitzt der zu speisende Apparat einen merklichen Widerstand, so wird man dies auch gleich beim Einschalten der Glühlampen sehen: sie brennen dunkel. In diesem Fall nehmen sie natürlich auch nur etwas weniger Strom auf.

Eine solche Glühlampenbatterie für 50 Glühlampen stellen Fig. 6 bis 9 dar. Fig. 6 zeigt die ganze Anordnung. Zwei Grundleisten mit Ösen zum Anhängen werden durch fünf Querleisten verbunden; statt dessen ein einziges Brett zu nehmen, empfiehlt sich nicht wegen der starken Erwärmung durch die Glühlampen. Jede Querleiste

wird mit 10 Glühlampenfassungen billigster Art besetzt (Illuminationsfassungen, Allgemeine Elektricitätsgesellschaft, Berlin; 1 St. samt Schraubenspindel und Mutter 16 Pf.). Die Befestigung dieser Fassungen ist aus Fig. 7 leicht zu ersehen; die durch die Holzleiste gehende Schraube drückt mittels einer Unterlegscheibe aus Prefsspahn die

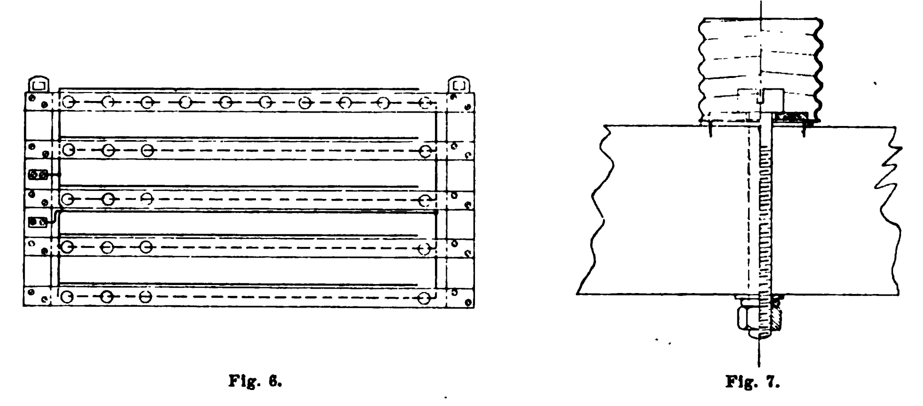


Fig. 6. Fig. 7.

Fassung, von der zwei herausgedrückte spitze Ansätze abstehen, fest an die Holzleiste an; der eine Stromzuführungsdraht wird zwischen die Fassung und die Leiste gelegt und festgeklemmt; der andere Draht wird an die Schraube geführt und gleichfalls beim Anziehen der Schraube festgeklemmt. Die Drahtführung ist am besten aus Fig. 6 zu ersehen; von den beiden Hauptklemmen gehen die Leitungen aus. Die eine

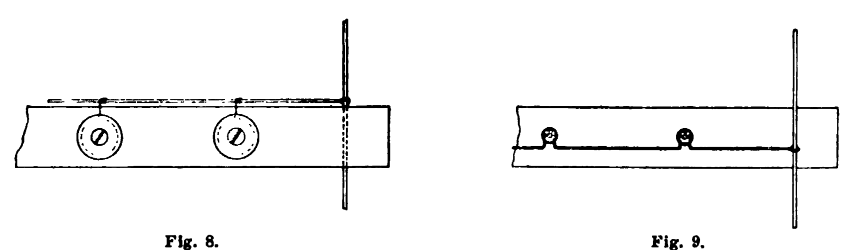


Fig. 8. Fig. 9.

(etwa 3 mm starker Kupferdraht) geht gleich zu allen 5 Querleisten, um auf der Seite jeder einzelnen einen Zweig (etwa 2 mm stark) entlang zu senden; von jedem dieser Zweige führen angelötete schwache Drähte (etwa 0,5 mm stark) zu den einzelnen Fassungen, wie Fig. 8 zeigt. Die zweite Hauptleitung geht an der freien Seite der mittleren Querleiste bis zum anderen Ende, verteilt sich hier gleichfalls auf alle fünf Querleisten, und die Zweige werden, wie Fig. 9 zeigt, unmittelbar mit den Schrauben der Fassungen verbunden. Man kann natürlich die zweite Hauptklemme auch auf die zweite Grundleiste setzen und spart dann den einen Draht. Die an den Leisten geführten Drähte müssen sämtlich vorzüglich sicher befestigt sein; an der einen Kreuzungsstelle ist zwischen den Leitungen ein Holzklötzchen zu befestigen. Die Glühlampen (das Stück kostet 50—60 Pf.), deren Gröfse, d. h. Stromverbrauch, je nach dem Bedürfnis ausgewählt werden kann, werden in die Fassungen eingeschraubt; die gezeichnete Fassung nennt man Edisonfassung; sie ist die billigste bei einfacher Ausführung. Durch Zurückdrehen um etwa 90—180° schaltet man jede einzelne Lampe aus, durch Vorwärtsdrehen wieder ein.

Der Glühlampenrheostat hat entschieden manchen Vorzug vor dem Drahtrheostaten, vor allem den der gröfseren Übersichtlichkeit, weil ein Blick auf den Rheostaten zeigt, wie stark der Strom ist. Allerdings ist es bei offenem Kreise nicht möglich, zu sehen, wie grofs der eingeschaltete Widerstand ist. Der Glühlampen-

rheostat ist auch etwas billiger als der Drahtrheostat. Dagegen ist er weniger haltbar; die Glühlampenfüfse sind mit Gyps an der Glasbirne befestigt, werden also beim öfteren Ein- und Ausdrehen allmählich wackelig; die billigen Fassungen sind aus Blech gedrückt und verderben daher auch verhältnismäfsig leicht. Wo der Lehrer stets selbst und mit Sorgfalt das Ein- und Ausschalten besorgt, verspricht ein solcher Rheostat genügende Dauer; wo aber die Schüler damit in engere Berührung kommen, wird er bald zahlreiche Ausbesserungen erheischen.

c) Flüssigkeitswiderstände. Die im vorigen erwähnten Rheostaten kosten immerhin, auch wenn man sie sich selbst herstellt, einiges Geld; man wird nicht gern mehr als einen solchen Rheostaten beschaffen. Doch kommt es häufig vor, dafs man zu mehreren gleichzeitigen Versuchen noch einen Aushilfsrheostaten braucht; dazu sind Flüssigkeitswiderstände zu empfehlen, wovon ich für den vorliegenden Zweck eine geeignete Form ausprobiert habe.

Ein Batterieglas von 10,3 cm innerer Weite und 15,5 cm Höhe, reichlich 1 Liter Inhalt, wird mit Leitungswasser gefüllt. Ein Cylinder aus Weifsblech, der die innere Fläche des Glases bedeckt, dient als Kathode; die Anode bildet eine Bogenlichtkohle von 16 mm Durchmesser, die 12 cm tief eintaucht. Schliefst man den Strom, so erhält man anfangs etwa 1, später 1,5 A, während die Temperatur in einer halben Stunde auf etwa 70° steigt. Mit zwei nebeneinander gestellten Kohlenstäben erzielt man etwa 1,8 bis 2,5 A, wobei die Temperatur schliefslich bis nahe zum Siedepunkt des Wassers ansteigt; der Strom nimmt zuletzt wieder ab. Läfst man aber langsam Leitungswasser durch das Glas fliefsen, so kann man leicht die Temperatur niedrig halten. Ein Gummischlauch wird von der Wasserleitung bis auf den Boden des Glases geführt und der Hahn so weit aufgedreht, dafs 1 Liter Wasser etwa in 5—7 Minuten ausfliefst; mit 2 Kohlenstäben erhält man dauernd 2,0 bis 2,4 A, und die Flüssigkeit erwärmt sich nur auf 30—40° C.

Dasselbe Glas mit Sodalösung liefert einen kleinen regulierbaren Widerstand; mit starker Lösung und zwei Kohlenstäben erhält man Widerstände von wenigen Ohm, mit einem Kohlenstab und schwächerer Lösung höhere Widerstände, z. B. bei 0,5 %iger Lösung etwa 6 Ohm. Zur Vergröfserung des Widerstandes hebt man die Kohlenelektrode, zur Verringerung senkt man sie.

4. Die Anschlufstafel.

Dem Vorstehenden sind noch wenige Worte zur Erläuterung dessen beizufügen, was die Anschlufstafel, wo die Leitungen des Verteilungsnetzes endigen, enthalten soll, und wo sie anzubringen ist.

Die Leitungen endigen in 2 bis 3 Klemmen, bei Zweileiternetz 2, bei Dreileiternetz gewöhnlich 3; in letzterem Falle hat man zwischen der mittleren Klemme (deren Leitung meist an Erde liegt) und jeder der beiden äufseren 100 bis 110 Volt. In jeder Leitung mufs eine Schmelzsicherung sitzen; diese ist so anzubringen, dafs das etwa schmelzende Metall, ohne Schaden zu stiften, abtropfen kann. Es ist ferner zweckmäfsig, in jede Leitung einen Unterbrecher einzuschalten; jedesmal, ehe man auf dem Experimentiertisch irgend eine Schaltungsänderung vornimmt, unterbricht man sämtliche Leitungen an der Anschlufstafel, damit nicht durch ein Versehen, durch eine flüchtige Berührung ein Kurzschlufs mit heftigen Feuererscheinungen, Schmelzen von Metallteilen u. dgl. auftrete. Ein Spannungsmesser an der Anschlufstafel ist erwünscht, aber nicht erforderlich. Ein Strommesser soll entweder an der Anschlufstafel befestigt sein, oder in die Versuchsanordnung eingeschaltet werden.

Den Ort für die Anschlufstafel wählt man zweckmäfsig an der Wand hinter dem Experimentiersisch, und zwar so, dafs die Schüler die Tafel übersehen können. Um die Leitungen zum Tisch zu führen, befestigt man sowohl an der Anschlufstafel als am Tisch geeignete Halter, welche die Leitungen in mehr als Kopfhöhe über den Zwischenraum zwischen Tisch und Wand herüberführen. Leitungen unter dem Fufsboden sind nicht zweckmäfsig.

Die Leitungen zu Schienen zu führen, die in die Tischplatte eingelassen sind, halte ich nicht für gut; abgesehen von der vergröfserten Gefahr unbeabsichtigter Kurzschlüsse ist eine unmittelbare Feuersgefahr nicht ganz ausgeschlossen; bleiben die Leitungen dauernd an das Netz angeschlossen, und bilden sich Nebenschliefsungen im Tisch, so kann bei mangelnder Aufsicht, z. B. über Nacht, über Sonntag, ein Brand entstehen. Hauptsächlich aber verlieren die Schüler die Übersicht, weil sie nicht sehen, woher der Strom kommt, und weil sie die Verbindungen, die auf dem Tische ausgeführt werden, weniger gut verfolgen können.

Man vergesse niemals, dafs an den Klemmen der Anschlufstafel nicht nur ein starker elektrischer Strom zu Gebote steht, um Versuche auszuführen, sondern dafs eben dieser Strom auch bereit ist, bei einer unvorsichtig ausgeführten Verbindung, bei voreiligem Stromschlufs sich mit elementarer Gewalt in die Apparate zu ergiefsen und sie zu zerstören. Man sorge dafür, dafs stets und unter allen Umständen der Rheostat in der Leitung liege, und dafs zu Anfang eines nicht sicher durchprobierten Versuches stets der gröfste vorhandene Widerstand eingeschaltet sei.

Über Versuche mit künstlich erzeugtem Nebel und damit verwandte Beugungserscheinungen.

Von

Dr. **J. Kiessling,**

Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums zu Hamburg.

1. Apparate. Zur Erzeugung künstlicher Nebel braucht man zwei Stehkolben von 3—4 Liter Inhalt. Bei beiden Gefäfsen mufs der Boden etwa 3 cm hoch mit Wasser bedeckt und der Hals durch einen mit Glashahn versehenen Gummistopfen verschlossen sein.

Zur Herstellung eines gleichmäfsigen Dampfstrahles ist eine Kochflasche von etwa 1 Liter Inhalt erforderlich, deren Hals ebenfalls durch einen einfach durchlochten Korkstopfen geschlossen ist. Durch letzteren ist ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr von 4 mm Durchmesser dicht schliefsend geführt; der zur Seite gebogene Schenkel mufs mindestens 25 cm lang sein, damit die Öffnung aufserhalb der Verbrennungsgase des untergestellten Brenners zu liegen kommt; es empfiehlt sich, das Rohr so zu legen, dafs es mit der Öffnung etwas nach unten geneigt ist, damit die während des Siedens sich darin bildenden Wassertropfen ablaufen können, ohne das Rohr zeitweise zu verschliefsen, wodurch Störungen im regelmäfsigen Austritt des Dampfstrahls eintreten würden.

2. Nebelbildung durch künstliche Abkühlung gesättigter Luft. Hat ein Stehkolben mehrere Stunden bei verschlossenem Hahn gestanden, so ist die über dem Wasser befindliche Luft gesättigt und staubfrei. Eine zur Nebelbildung ausreichende Temperaturerniedrigung läfst sich durch Druckverminderung auf zweierlei

Weise erzielen; entweder, indem man an dem Glasrohr bei geöffnetem Hahn kräftig saugt und den Hahn dann schliefst, oder indem man durch kräftiges Einblasen die Luft comprimiert, den Hahn schliefst, etwa 10 Sekunden wartet, bis die Compressionswärme durch die Wirkung der Glaswände ausgeglichen ist, und dann den Hahn öffnet. Die im letzten Fall eintretende Temperaturerniedrigung kann noch erheblich gesteigert werden, wenn man gleich nach dem Öffnen des Hahnes noch einmal kräftig saugt. Wird auf diese Weise in einem Kolben mit gesättigter staubfreier Luft eine Temperaturerniedrigung erzielt, so tritt eine im allgemeinen sehr schwache Nebelbildung ein, die auf gröfsere Entfernungen nur durch Beleuchtung mit dem Strahlenkegel einer elektrischen oder einer Zirkon-Lampe sichtbar gemacht werden kann. Enthält jedoch die gesättigte Luft eine geringe Menge von Rauch oder von Verbrennungsgasen, so ist die Nebelbildung so stark, dafs der Kolben wie von dichtem Rauch erfüllt erscheint.

Um in den Kolben die zur Nebelbildung erforderliche Rauchmenge einzuführen, verfährt man folgendermafsen: man saugt an der Glasröhre, schliefst den Hahn und öffnet ihn, während das Ende der Röhre in die von einer glimmenden Sprengkohle oder einem brennenden Schwefelholz aufsteigende Rauchsäule gehalten wird. Durch die Dauer des Öffnens läfst sich die Menge des eintretenden Rauches regulieren. Öffnet man den Hahn eines Kolbens, der mit dichtem durch Druckerniedrigung erzeugten Nebel gefüllt ist, wodurch eine Druckerhöhung und dementsprechend eine Temperaturerhöhung eintritt, so verschwindet der Nebel sofort vollständig.

Beobachtet man die Nebelbildung im Lichtkegel einer kräftigen Lichtquelle, so läfst sich deutlich erkennen, dafs schon die Einführung von geringen Mengen heifser Luft, die von einem stark erhitzten eisernen Spatel aufsteigt, in gesättigte, vorher vollkommen staubfreie Luft, ausreicht, um bei Druckverminderung eine Nebelbildung hervorzurufen. Von dem erhitzten Metall müssen also viele Stoffteilchen abfliegen, welche die zur Bildung von Nebeltröpfchen erforderlichen Condensationskerne abgeben.

Um beide Hände zum Halten des Kolbens und zur Bewegung des Hahnes frei zu haben, empfiehlt es sich, die Sprengkohle oder das Schwefelholz aufrecht in ein mit Sand gefülltes Glas zu stecken. Das Schwefelholz kann dann leicht durch Berührung mit einem erhitzten Draht entzündet werden.

3. Einflufs von Rauch oder Verbrennungsgasen auf den Dampfstrahl. Tritt ein Dampfstrahl in staubfreie Luft aus, so bilden sich Nebelwolken erst in $^1/_2$ bis 1 cm Entfernung von der Austrittsöffnung. Bei trockener Luft sind diese Wolken von geringer Ausdehnung und lösen sich durch Verdunsten verhältnismäfsig schnell auf. Hält man aber unter die Austrittsöffnung eine glimmende Sprengkohle, so bildet der Nebel, infolge der gesteigerten Condensation des Wasserdampfes, dichte bläulich weifse Wolken von vier- bis sechsfacher Ausdehnung, welche auch beim Aufsteigen auf grofse Entfernungen hin sichtbar bleiben. Diese Steigerung der Wolkenbildung tritt in noch höherem Mafse ein, wenn man statt der Sprengkohle ein Schwefelholz mit noch brennendem Schwefel anwendet. Auch wenn man die von einer in der Nähe brennenden Gasflamme aufsteigenden Verbrennungsgase gegen die Ausströmungsöffnung bläst, ist die Steigerung der Wolkenbildung deutlich bemerkbar.

4. Der Nebel besteht nicht aus hohlen Bläschen, sondern aus massiven Kügelchen (Tröpfchen). Seit dem Erscheinen der Untersuchungen von Kratzenstein[1]) hat man sich über diese Frage namentlich unter deutschen Physikern lebhaft

[1]) Kratzenstein, Abhandlung von dem Aufsteigen der Dünste. Halle 1774.

gestritten[2]). Dabei sind vielfach schwerwiegende Bedenken gegen die Möglichkeit des Bestehens hohler Wasserbläschen von verschwindend kleinem Durchmesser geltend gemacht worden. Aber alle Bemühungen, eine experimentelle Entscheidung dieser Frage herbeizuführen, sind lange Zeit ohne Erfolg geblieben; sehr eingehend hat sich auch Clausius mit diesen Fragen in einer theoretischen Untersuchung beschäftigt. Derselbe glaubte streng nachweisen zu können, dafs die Brechung des Sonnenlichtes in Wasserkügelchen unter allen Umständen Erscheinungen bedingt, welche mit den gewöhnlichen Beobachtungen in Widerspruch stehen. Seiner Autorität ist es zuzuschreiben, dafs seit 1853 in fast allen physikalischen Lehrbüchern nur von Nebelbläschen die Rede ist. Inwiefern jedoch die Clausiussche Theorie nicht zutreffend ist, habe ich in meinen „Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen" S. 13 nachgewiesen. Es läfst sich aber durchaus einwandsfrei experimentell beweisen, dafs bei der Condensation des Wassergases Tröpfchen und keine Bläschen entstehen. Läfst man den Dampf der stark siedenden Kochflasche in einen der Glaskolben treten, so füllt sich dieser ziemlich schnell mit dichtem Nebel. Blickt man dann durch diese Kugel hindurch nach einer mit Pauspapier überklebten, etwa 2 cm breiten Kreisöffnung eines Pappschirmes, welcher von der Rückseite durch eine kräftige Lichtquelle beleuchtet wird, so erscheint die hellglänzende Kreisöffnung von farbigen Beugungsringen umgeben, deren Schärfe von der Beschaffenheit des Nebels abhängt. Durch weiteres Zuströmen von Wasserdampf läfst sich dieselbe schnell ändern. Ist ein einigermafsen scharfes Beugungsbild entstanden, so erhält sich dasselbe unverändert einige Minuten lang. Nun hängt aber der Ringdurchmesser einer bestimmten Farbe lediglich von dem Durchmesser der Nebelkörperchen ab, welchem er umgekehrt proportional ist, so dafs eine Vergröfserung der letzteren eine entsprechende Verkleinerung der Ringe im Beugungsbild zur Folge hat. Wären nun die Nebelkörperchen hohle Bläschen, so müfste durch eine plötzliche Druckverminderung in der Glaskugel auch eine plötzliche Vergröfserung der Nebelbläschen entstehen, und diese würde sich in einer plötzlichen Verengerung der Ringe bemerkbar machen. Eine erhebliche Druckverminderung läfst sich am einfachsten mittels einer 3—4 Liter fassenden, mit der Wasserluftpumpe leer gepumpten Standflasche herstellen, die durch einen dickwandigen Gummischlauch mit dem Glashahn des mit Dampf gefüllten Glaskolbens verbunden ist. Eine Umdrehung des Hahnes genügt, um in wenigen Sekunden eine Druckverminderung von mindestens $^1/_3$ Atmosphäre herzustellen. Da trotz der starken Druckerniedrigung eine plötzliche Veränderung der Ringdurchmesser in diesem Falle nicht eintritt, läfst sich mit Sicherheit schliefsen, dafs die Nebelkörperchen keine Bläschen, sondern Tröpfchen sind. Es wäre sehr zu wünschen, dafs in Rücksicht auf diesen experimentellen Beweis der Tropfennatur des Nebels die falsche Bezeichnung Nebelbläschen aus den physikalischen Lehrbüchern gänzlich verschwände.

5. Verhalten der Nebeltröpfchen in ruhiger Luft. Bei der Erörterung der Frage, durch welche Kräfte ein Wasserkügelchen, welches circa 800mal so schwer ist als die von ihm verdrängte Luft, sich in der letzteren schwebend erhalten oder in vollkommen ruhiger Luft in dauernd aufsteigende Bewegung geraten kann, finden sich in den meisten Lehrbüchern vielfach irrige Anschauungen entwickelt. Es läfst

[2]) Clausius, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 188; Bd. 84, S. 449. — Kober, Pogg. Bd. 144, S. 395. — Berger, Pogg. Bd. 118, S. 467. Vergl. Bd. 121, S. 654; Bd. 127, S. 97. — von Obermayer, Zeitschr. f. Met. Bd. 12, S. 97. — Budde, Pogg. Bd. 150, S. 576. — Assmann, Met. Zeitschr. 1885, S. 41. — Roth, ebendas. S. 60. — Rob. von Helmholtz, Unters. über Dämpfe und Nebel. Inaug.-Diss. 1885 und Met. Zeitschr. 1886, S. 263.

sich leicht experimentell nachweisen, dafs Nebeltröpfchen in ungesättigter Luft (wie z. B. beim Austreten des Dampfstrahls in die freie Atmosphäre) stets in aufsteigende Bewegung geraten, in gesättigter Luft hingegen (wie z. B. bei der Nebelbildung durch starke Druckerniedrigung in dem oben (2.) beschriebenen Versuch) langsam fallen. Aus dieser Erfahrungsthatsache ergiebt sich folgende einfache Erklärung für das Schweben oder Aufsteigen von Wassertröpfchen in der atmosphärischen Luft. An der Oberfläche eines in noch nicht gesättigter Luft befindlichen Nebeltröpfchens findet selbstverständlich so lange Verdunstung statt, bis dieses Tröpfchen von einer Hülle vollkommen gesättigter Luft umgeben ist. (Das schnelle Verschwinden der von einer heifsen Wasserfläche aufsteigenden Nebeltröpfchen läfst sich namentlich in direktem Sonnenlicht oder bei Beleuchtung mit einer starken künstlichen Lichtquelle beobachten.) Das Tröpfchen selbst wird sich dabei naturgemäfs immer an der tiefsten Stelle dieser Lufthülle befinden und kann passend mit der Gondel eines Luftballons verglichen werden; gesättigte Luft ist leichter als die sie umgebende nicht gesättigte, erfährt also in derselben einen nicht unerheblichen Auftrieb. In gesättigter Luft kann ein solcher Auftrieb nicht entstehen, Wassertröpfchen werden daher in gesättigter Luft mit derjenigen Geschwindigkeit fallen, die ausschliefslich durch die Reibung an ihrer Oberfläche bedingt ist (siehe Obermayer, Zeitschr. f. Met. Bd. 12, S. 97).

6. Die Beugungsfarben in künstlich erzeugtem Nebel. Beim Durchgang eines von einer kräftigen Lichtquelle ausgehenden Strahlencylinders durch einen mit Nebel gefüllten Glaskolben treten kräftige Beugungsfarben nur dann auf, wenn die Nebeltröpfchen von genau gleicher Gröfse sind. Solcher Nebel soll im folgenden als homogen bezeichnet werden. Wird in der oben (2.) beschriebenen Art Rauch in einen Glasballon eingeführt, so ist der bei einer Druckerniedrigung entstehende Nebel mit seltenen Ausnahmen homogen, und betrachtet man durch denselben eine fernstehende hellleuchtende Flamme, so wird diese meistens nur von einem schwach rötlich gefärbten Beugungsring umgeben erscheinen. Um homogenen Nebel zu erzeugen, darf nur eine äufserst geringe Menge von äufserst feinem, gleichartigem Rauch in den Kolben eintreten, und auch, wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird der Nebel meistenteils erst dann homogen, wenn durch längeres und wiederholtes Schütteln bei verschlossenem Hahn die gröberen Rauchteilchen sich niedergeschlagen haben. Am sichersten führt folgendes Verfahren zum Ziel: Man entzündet ein vertikal in Sand gestecktes Schwefelholz mit einem heifsen Draht, wartet, bis die weifsen Phosphordämpfe sich verflüchtigt haben und hält die mit verdünnter Luft gefüllte Flasche so, dafs die Öffnung der Glasröhre 15—20 cm über dem Schwefelholz sich befindet, und öffnet den Glashahn höchstens eine halbe Sekunde lang. Bei einiger Übung wird man bald die richtige Stellung der Glasröhre und die Zeitdauer des Hahnöffnens finden, welche zur Herstellung eines homogenen Nebels erforderlich ist. Ist dies erreicht, so füllt sich bei kräftigem Saugen die Flasche mit äufserst feinem, silberglänzendem Nebel, durch welchen hindurch eine stark leuchtende Flamme mit glänzend leuchtenden farbigen Beugungsringen umgeben erscheint. Unter günstigen Verhältnissen sind diese Farben so stark, dafs sie eine weithin leuchtende objektive Darstellung gestatten. Man erzeugt zu dem Zweck von einem etwa 2 cm breiten vor der elektrischen Lampe oder einem Zirkonbrenner stehenden Diaphragma ein scharfes Bild auf dem in etwa 4 m Entfernung stehenden Projektionsschirm. Hält man in den austretenden Lichtkegel gleich hinter der Linse die mit homogenem Nebel gefüllte Flasche, so erscheint das Diaphragmenbild auf der Projektionsfläche von breiten farbigen, hellleuchtenden Beugungsringen umgeben.

7. Beugung des direkten Sonnenlichts beim Durchgang durch einen dünnen Wolkenschleier. Fällt das durch direktes Sonnenlicht erzeugte Lichtbild eines Fensters auf einen ganz hellen Fufsboden oder auf eine helle Wand, so kann man bei aufmerksamer Beobachtung jedesmal im Schatten des Fensterkreuzes oder an allen Rändern der belichteten Stellen breite, nach innen grün, nach aufsen bräunlich rot gefärbte Beugungsstreifen erkennen, sobald eine noch etwas gedämpftes Sonnenlicht durchlassende Wolke vor die Sonne tritt. Sehr deutlich und unter günstigen Umständen intensiv gefärbt erscheinen diese Beugungsstreifen, wenn man die Fenster soviel verdunkelt, dafs Sonnenlicht in das verfinsterte Zimmer nur durch eine etwa 20 cm weite Öffnung eintreten kann, deren Bild auf einem weifsen Schirm aufgefangen wird.

8. Beugungsfarben in Staubplatten. Zur Herstellung von sogenannten Staubplatten wird gewöhnlich der in den Apotheken käufliche Bärlappsamen benutzt. Mit demselben bestäubte Glasplatten lassen aber im allgemeinen auch bei starken Lichtquellen nur 3 ziemlich verwaschene Ringe erkennen. Dies hat seinen Grund darin, dafs das käufliche Präparat neben den Sporen von Lycopodium clavatum gewöhnlich noch die Pollenkörner verschiedener Nadelhölzer enthält, also organische Gebilde von wesentlich verschiedener Gröfse. Pollenkörner von ganz gleicher Gröfse zeigen aber 7—8 intensiv gefärbte Beugungsringe; das ist der Fall bei den schwarzbraunen Sporen von Boletus cervini; diese Pilze sind in ganzen Stücken käuflich zu haben, man mufs sie im Mörser zerstofsen und die herausfallenden Sporen von gröberem Gewebe durch Beuteln mit feinem Musselin reinigen; man erhält dann ein zur Herstellung von Staubplatten vorzüglich geeignetes Präparat.

Aus der Stereochemie[1]).

Von

Professor Dr. **van 't Hoff** in Berlin.

1. *Grundzüge der Stereochemie.*

Die Stereochemie bildet eine notwendige Stufe in der Entwickelung unserer Auffassung von der Materie.

Als die Stereochemie entstand, hatten unsere Vorstellungen über Atom und Molekül sich schon soweit geklärt, dafs man die Art und Zahl der Atome im Molekül und auch deren Bindungsweise feststellen konnte. Beim Methylamin z. B. wurde dies durch die sogenannte Constitutionsformel:

$$\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix} \!\!>\! C - N \!<\!\! \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$$

zum Ausdruck gebracht. Nur die relative Lage, ob also das Ganze z. B. in einer Ebene zu denken ist oder nicht, blieb unerledigt. Die Stereochemie setzte sich zum Ziel, diese Lücke auszufüllen und die Constitutionsformel zu einem Configurationsmodell zu entwickeln.

Durch keine Disciplin wird also unsere Auffassung von der Materie so bis in die äufsersten Consequenzen durchgeführt als durch die Stereochemie; und wenn in der letzten Zeit speziell von Ostwald ernste Bedenken gegen die ganze Atomistik

---

[1]) Vorgetragen im Naturwissenschaftlichen Ferienkursus zu Berlin am 5. und 8. Oktober 1896.

vorgebracht werden, so kann der Stereochemiker Besseres abwarten in der Überzeugung, daſs seine, jedenfalls unvollkommene Auffassung bis jetzt das einzige Hilfsmittel zur praktischen Lösung von sehr verwickelten und wichtigen Problemen ist.

Die Entwickelung der Constitutions- zur Configurationsformel ist nicht aus spekulativem Bedürfnis entstanden, sondern durch die Thatsachen aufgezwungen. In dieser Hinsicht hat gerade das sich wiederholt, was auch bei der Ausbildung der Constitutionsformel aus der Molekularformel stattfand.

Als z. B. sich zeigte, daſs die Molekularformel C_2H_6O einer Ausarbeitung bedürfe, um der Existenz zweier Isomeren, Äthylalkohol und Methyläther, Rechnung zu tragen, brachten die Constitutionsformeln H_3CCH_2OH und CH_3OCH_3 die Erklärung.

Als Wislicenus dann fand, daſs dieselbe Constitutionsformel $CH_3CHOHCO_2H$ mehreren Milchsäuren entspreche, deren Zahl sich jetzt auf drei, zwei entgegengesetzt aktive und eine inaktive Säure beläuft, da brachte die Configurationsformel, also die Stereochemie, Abhülfe. Denn will man zu einer befriedigenden Darstellung der molekularen Beschaffenheit gelangen, so muſs nicht nur die Bindung von Atom zu Atom, also die Aufeinanderfolge, sondern auch die wirkliche Lage und die mögliche Bewegung dieser Atome zum Ausdruck kommen.

Von Bewegung sieht die Stereochemie vor der Hand ab und, falls sie wirklich den Bau des Moleküls darzustellen erreicht hat, kann sie dies nur beanspruchen für die Sachlage, die dem absoluten Nullpunkt der Temperaturskale, — 273° C., entspricht. Bekanntlich hören dort Molekular- und Atombewegung auf. Unsere starren Modelle können also höchstens diesem Zustande entsprechen.

Durchmustern wir jetzt die Lagerungsmöglichkeiten und sehen wir zu, welche sich z. B. der durch die Milchsäureisomerie gebotenen Notwendigkeit anpaſst, so ergiebt sich, daſs nur eine einzige Annahme sich dafür eignet und zwar die der tetraëdrischen Gruppierung der vier an Kohlenstoff gebundenen Atome oder Atomcomplexe. Wir haben dann gerade bei einem Körper wie der Milchsäure eine Isomeriemöglichkeit mehr, die in sämtlichen Körpern zu erwarten ist, welche dem Symbol

$$C(abcd)$$

entsprechend, vier unter sich verschiedene Gruppen am Kohlenstoff tragen. Dies ist aber der Fall bei der Milchsäure $C(H.OH.CO_2H.CH)$ und auch bei der Weinsäure, bei der eine entsprechende Isomerie schon früher von Pasteur entdeckt war.

Daſs jede Annahme auſser der einer tetraëdrischen Gruppierung ausgeschlossen ist, ergiebt sich daraus, daſs keine andere erklärt, weshalb bei Gleichheit zweier verbundenen Gruppen, also beim Symbol

$$C(a_2bc)$$

die eigentümliche von der Constitutionsformel unerklärte Isomerie nicht auftritt. Die aus den verschiedenen Milchsäuren entstandenen Propionsäuren, $C(H.H.CO_2H.CH_2)$, sind z. B. nicht mehr unter sich verschieden.

Die bildliche Darstellung der so gewonnenen Auffassung läſst sich in zwei Weisen geben.

Einerseits läſst sich das reguläre Tetraëder beibehalten und die Verschiedenheit oder Gleichheit der gebundenen Gruppen und Atome durch irgend eine Verschiedenheit, z. B. der Farbe, ausdrücken. (v. Baeyers Modelle nach Kekulé, angefertigt von Sendtner in München).

Andererseits läſst sich auch eine atommechanische Notwendigkeit berücksichtigen. Ohne über die Natur der zwischen den Atomen wirkenden Kräfte etwas aus-

zusagen, läfst sich doch behaupten, dafs die tetraëdrische Gruppierung auftritt, indem vom Kohlenstoff anziehende Wirkungen ausgehen, welche die vier gebundenen Gruppen zusammenhalten. Von diesen Gruppen gehen dagegen gegenseitig abstossende Kräfte aus. Denken Sie sich Kohlenstoff positiv elektrisch geladen, die vier gebundenen Gruppen negativ elektrisch, dann stellt sich die tetraëdrische Gruppierung ein. Nicht unwahrscheinlich ist es aber, dafs die gegenseitige Wirkung nur gleich ist, falls es auch die betreffenden Gruppen sind; also nur für den Fall $C(a)_4$, z. B. beim CH_4 (Methan), wäre das Tetraëder regulär. Bei $C(a)_3b$, $C(a)_2(b)_2$, $C(a)_2bc$, $C(abcd)$ würden Gruppierungen erhalten werden, die sich durch besondere Modelle erläutern lassen; im letzten Fall ergiebt sich eine enantiomorphe Form, die also in zwei Modifikationen auftreten kann, welche gegenseitige Spiegelbilder sind.

Für die zunächst in Betracht kommenden Schlufsfolgerungen sind beide Vorstellungsarten gleich geeignet, die erstere empfiehlt sich aber der Einfachheit halber.

Bevor wir nunmehr auf die Kohlenstoffderivate näher eingehen, sei erörtert, was in gleicher Richtung für andere Elemente gefunden ist. Nachdem die Notwendigkeit und Fruchtbarkeit der stereochemischen Betrachtung für Kohlenstoffverbindungen dargethan war, sind auf dem Gebiet der Stickstoff-, Platin- und Kobaltverbindungen Isomerieerscheinungen entdeckt worden, die zu entsprechenden Ausführungen leiteten.

Bei Stickstoffverbindungen ist die betreffende Isomerie (durch GOLDSCHMIDT, V. MEYER, HANTZSCH) bis jetzt nur an kohlenstoffhaltigen Derivaten beobachtet und also im Anschlufs an letztere zu behandeln.

Beim Platin findet man an Derivaten der Gesamtformel $Pt(a)_2(b)_2$ Isomerie wie z. B. in $Pt(NH_3)_2Cl_2$, das als Platosamin- und als Platosamidiaminchlorid auftritt, eine Isomerie, die bei Kohlenstoffderivaten nicht besteht. Es wurde deshalb vorgeschlagen (von WERNER), die tetraëdrische durch eine in der Ebene gelegene Gruppierung zu ersetzen, entsprechend

```
      a                a
      |                |
  b — + — b   und  a — + — b
      |                |
      a                b
```

Beim Kobalt ist in den isomeren Reihen der grünen Praseokobaltaminsalze und der violetten Violeokobaltaminsalze, welche beide das Radikal $Co(NH_3)_4Cl_2$, allgemeiner $Co(NH_3)_4b_2$ oder $Co(a)_4(b)_2$ enthalten, eine gleiche Anleitung zu stereochemischen Entwickelungen gegeben. Das Auftreten von zwei und bis dahin nur zwei Isomeren bei sechszähliger Gruppierung hat WERNER zur Annahme von Oktaëdern geführt. Es handelt sich dabei jedoch um Vorschläge, die noch der weiteren Prüfung sehr bedürftig sind.

Beim Kohlenstoff dagegen hat sich auf dem Boden der stereochemischen Auffassung ein schon ziemlich imposantes Gebäude entwickelt, das jetzt näher zu betrachten ist.

Die einfachste, grundlegende Isomerieerscheinung, welche die Anwesenheit eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms $C(abcd)$ begleitet, ist eigentümlicher Art und entspricht der Erklärung durch die enantiomorphen Modelle.

Nehmen wir irgend ein gewöhnliches Isomerenpaar, z. B. Ortho- und Metadichlorbenzol, so haben wir, bei Gleichheit in Zusammensetzung und Molekulargewicht, Differenzen in fast jeder Hinsicht, im Körper an und für sich Verschiedenheit von Schmelz- und Siedepunkt, von spezifischem Gewicht u. s. w.; im Verhalten anderen Körpern gegenüber verschiedene Löslichkeit und Verschiedenheit in sämtlichen Affinitätsäufserungen.

Nehmen wir dagegen ein Paar Isomeren mit asymmetrischem Kohlenstoff, z. B. Links- und Rechtsweinsäure, so zeigen beide Körper an und für sich völlige Identität, was auch der angenommenen Gleichheit des Molekülbaues entspricht (Gleichheit von Molekularvolum und -attraktion, *b* und *a* in der CLAUSIUS-V. D. WAALSschen Formel), nur wo Dissymmetrie in den Eigenschaften möglich ist, äufsert sie sich, so in entgegengesetzter und gleicher optischer Aktivität der Lösung, in enantiomorpher Krystallform. Im Verhalten anderen Körpern gegenüber hängt alles davon ab, ob diese Körper symmetrisch, ohne asymmetrischen Kohlenstoff, oder unsymmetrisch constituiert sind. Im ersten Fall ist Gleichheit in jeder Hinsicht vorhanden, die Links- und Rechtsweinsäuren sind z. B. in inaktiven Flüssigkeiten gleich löslich, verhalten sich gegenüber inaktiven Basen ganz gleich und geben damit entsprechend zusammengesetzte Salze. Im zweiten Fall treten Differenzen auf; in Bezug auf die Löslichkeit der Weinsäure, z. B. in aktivem Amylalkohol, ist dies durch die neuen Versuche von TOLLOCZO noch nicht ganz festgestellt; mit aktiven Basen aber, Cinchonin z. B., entstehen ganz verschiedene Salze, und damit hängt auch die verschiedene physiologische Wirkung zusammen, da der Organismus wesentlich aus aktivem Material, z. B. Eiweifs, besteht. So ist das eine Asparagin geschmacklos, das andere süfs, und es differiert auch die Giftigkeit beider Weinsäuren. Bildlich zeigt sich die Notwendigkeit dieser Gleichheit und Differenz folgendermafsen

1: Aktiv (C und Ɔ) und inaktiv (o)
2: - (C - Ɔ) - aktiv (C und C).

Da ungleichschenklige Dreiecke, falls nur Bewegungen in der Ebene zugelassen werden, in zwei nicht zur Deckung zu bringenden Formen auftreten, so können dieselben entgegengesetzt aktive Moleküle vorstellen. Ein gleichschenkliges Dreieck entspricht dann dem inaktiven Molekül. Fig. 1 zeigt, dafs Gleichheit gegenseitiger Wirkung resp. der Lage in jeder Hinsicht möglich ist, falls „links“ und „rechts“ gegenüber „inaktiv“ stehen, während aus Fig. 2 hervorgeht, dafs dies für „links“ und

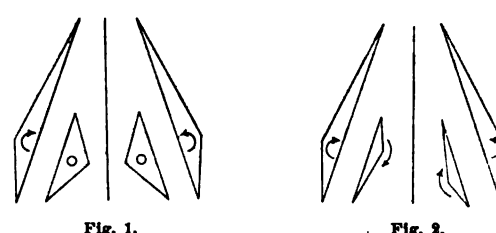


Fig. 1. Fig. 2.

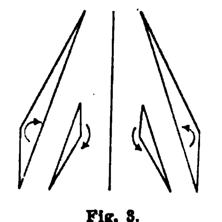


Fig. 3.

„rechts“ gegenüber derselben aktiven Substanz nicht möglich ist. Fig. 3 zeigt dann, dafs dagegen wieder ein gleiches Verhalten möglich ist, falls „links“ und „rechts“ den verschiedenen Antipoden eines aktiven Körpers gegenübergestellt wird.

2. *Hauptbestätigungen und Folgerungen.*

Führen wir nunmehr die Hauptbestätigungen und Folgerungen vor, indem wir uns dabei den einfachsten Repräsentanten zuwenden.

1. Von aktiven Körpern mit asymmetrischem Kohlenstoff ist als einfachster Vertreter ganz kürzlich $CBrClF.CO_2H$ dargestellt und die Erhaltung des aktiven Fluorchlorbrommethans, die einfachst denkbare Möglichkeit, damit in Aussicht gestellt.

2. Handelt es sich um die einfache Kohlenstoffbindung, so läfst sich das durch zwei Modelle darstellen, die derart zusammengesetzt sind, dafs die beiden Kohlenstoffatome in den Eckpunkten der beiden Tetraëder gelagert sind. Die Möglichkeit

einer Rotation der drei andern Gruppen um die die beiden Kohlenstoffatome verbindende Achse bleibt dann jedoch bestehen und es wären z. B. isomere Bernsteinsäuren, $CO_2HCH_2CH_2CO_2H$, denkbar, die ihre Carboxylgruppen bei einander oder einander gegenüberliegend enthalten. Einen Augenblick lang schien diese Möglichkeit in den beiden Benzildioximen, $C_6H_5C(NOH)C(NOH)C_6H_5$, verwirklicht; diese Differenz beruht jedoch auf anderem Grund und da die betreffende Isomeriemöglichkeit unverwirklicht blieb, ist anzunehmen, daſs unter dem Einfluſs der von jeder an Kohlenstoff gebundenen Gruppe ausgehenden Wirkungen nur eine einzige Stellung verwirklichbar ist.

Die Isomerieen, welche bei einfach gebundenem Kohlenstoff auftreten, sind also durch die Anwesenheit asymmetrischer Kohlenstoffatome bedingt, deren jede eine Verdoppelung der Isomeriemöglichkeiten hervorbringt, so daſs bei n derartigen Kohlenstoffatomen 2^n Isomeren zu erwarten sind. Eine Einschränkung erleidet diese Zahl, falls bei mehreren asymmetrischen Kohlenstoffatomen eben dadurch das Molekül einen symmetrischen Bau aufweisen kann, wie bei der Weinsäure, $CO_2H.CHOHCHOH.CO_2H$, wo die zwei gleichen Gruppierungen, $CO_2H.CHOH$, einander entsprechend symmetrisch gegenübergestellt sein können. Anwendung der Modelle in dem beschriebenen Sinne führt dann zu drei statt vier ($2^n = 2^2 = 4$) Möglichkeiten, einer asymmetrischen und deren Spiegelbild, l. und r. Weinsäure und dann einer symmetrischen, der nicht spaltbaren inaktiven Weinsäure, wohl zu unterscheiden von der durch Verbindung der optischen Antipoden gebildeten Traubensäure.

3. Bei doppeltgebundenem Kohlenstoff führt das Zusammenfallen zweier Tetraëderecken, also einer Tetraëderkante zum Aufheben der im vorigen Fall möglichen freien Drehung. Dementsprechend sind, falls die beiden an Kohlenstoff gebundenen Gruppen verschieden sind, entsprechend dem Symbol $C(ab)C(ab)$ zwei Möglichkeiten vorauszusetzen, welche den Figuren

$$\begin{array}{c} a - C - b \\ \| \\ a - C - b \end{array} \quad \text{und} \quad \begin{array}{c} a - C - b \\ \| \\ b - C - a \end{array}$$

entsprechen. In der Fumar- und Maleïnsäure, $CH(CO_2H)CH(CO_2H)$, finden dieselben ihre Verwirklichung, während auf dem Gebiet der Stickstoffderivate bei der Formel $C(ab)Nx$ fast durchgehend eine Isomerie gefunden wird, die von vielen durch entsprechende Symbole gedeutet wird:

$$\begin{array}{c} a - C - b \\ \| \\ N - x \end{array} \quad \text{und} \quad \begin{array}{c} a - C - b \\ \| \\ x - N. \end{array}$$

Es gehören hierher z. B. die Benzildioxime, von denen oben die Rede war.

4. Während bei dreifacher Bindung an Körpern, wie Acetylen, $HC \equiv CH$, z. B. keine neue Isomerieerscheinung vorauszusehen ist, giebt die sog. Ringbindung dazu

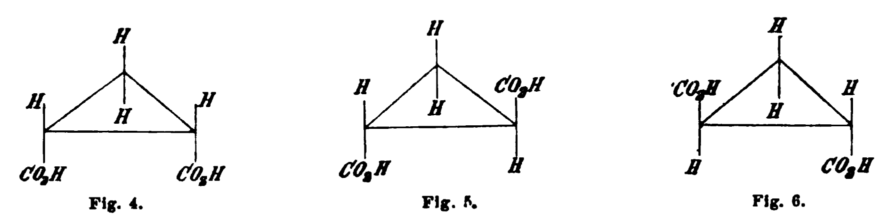


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

wiederum Veranlassung. Bildlich läſst sich dieselbe am besten durch die Modelle von Friedländer darstellen: Vier gleichlange central zusammengekittete Gummiröhrchen, die nach den Ecken eines Tetraeders hin gerichtet sind und durch hinein-

passende Holzstäbchen mit farbigen Kugeln oder gegenseitig verbunden werden können. Im einfachsten Fall, beim Trimethylenring, z. B. bei der Dicarbonsäure, $CH(CO_2H)CH(CO_2H)CH_2$, lassen sich drei Möglichkeiten voraussetzen, wovon Fig. 5 und Fig. 6 den enantiomorphen, also entgegengesetzt optisch aktiven Formen, Fig. 4 einer symmetrischen Form entspricht. Bis dahin wurden zwei Isomeren gefunden, beide inaktiv, deren eine also Fig. 4, deren andere die bez. racemische Verbindung von 5 und 6 sein kann.

5. Vollständigkeitshalber sei, in Bezug auf Stickstoff- und Kohlenstoffderivate, noch erwähnt, dafs Le Bel die Verbindung $N(CH_3)(C_2H_5)(C_3H_7)(C_4H_9)Cl$, also Methyläthylpropylbutylammoniumchlorid, optisch aktiv erhalten haben will, dafs jedoch die Drehung sich verlor und seitdem die betreffende Form nicht mehr erhalten werden konnte.

3. Neue Forschungen über die Spaltung.

Bekanntlich wird bei der Darstellung von Körpern mit asymmetrischem Kohlenstoff im Laboratorium nicht sofort die aktive Form erhalten, sondern ein Gemisch oder eine Verbindung der optischen Antipoden. Dies entspricht der gleichen mechanischen Wahrscheinlichkeit, dafs in einem Körper $C(aabc)$ die eine oder die andere Gruppe a durch d z. B. ersetzt wird.

Die Darstellung aktiver Körper schliefst also noch eine zweite Operation in sich, die Trennung der entgegengesetzt aktiven, die sogenannte Spaltung. Die gewöhnlichen Trennungsmethoden reichen dabei, als Folge der gleichen Beschaffenheit beider Isomeren, nicht aus und erst Pasteur hat das eigentümliche, hier zum Resultat führende Verfahren erkannt.

In erster Linie sind es niedere Organismen, wie Pilze, welche unter geeigneten Umständen von den Antipoden nur das eine zu sich nehmen können, z. B. beim Wachsen auf der inaktiven Lösung des l. und r. weinsauren Ammons bleibt schliefslich eine nur linksweinsaures Salz enthaltende Lösung übrig.

Zweitens sind es die aktiven Verbindungen selber, die wieder andere aktive erzeugen können; bei Sättigung der l. und r. Weinsäuremischung mit Cinchonin z. B. entstehen die beiden resp. l. und r. weinsauren Salze, die durch deren verschiedene Löslichkeit sich trennen lassen.

Drittens krystallisiren in speziellen Fällen, z. B. beim Natriumammoniumsalz der Weinsäure, die entgegengesetzt Aktiven spontan getrennt neben einander aus und lassen sich mechanisch auslesen.

Pasteur nahm in seiner Auffassung von diesen Methoden zur Darstellung aktiver Substanzen einen eigentümlichen Standpunkt ein; er war der Meinung, dafs die lebendige Natur, direkt oder indirekt, bei Erhaltung aktiver Körper die entscheidende, unentbehrliche Rolle spiele. Entweder sind es die Organismen selbst in der ersten Methode, oder das von ihnen gelieferte aktive Material, wie Cinchonin, in der zweiten Methode. Bei der spontanen Spaltung schliefslich vermutete er die Mitwirkung organisierter atmosphärischer Keime.

Schon Wyrouboff hat dieser Meinung widersprochen, doch vermochte er nicht eine mechanisch begründete Erklärung der Spaltung zu geben. Erst in der neuesten Zeit ist diese Auffassung von einem notwendigen Dazwischentreten der lebendigen Natur beseitigt. Schon bei der Wirkung von Organismen bewegen sich die Resultate neuester Forschung in dieser Richtung; es zeigte sich, dass die Wirkung auch dort von eigentümlichen, im Organismus vorhandenen und daraus isolierbaren nicht organisierten Verbindungen, sog. Fermenten oder Enzymen herrührt; und bei der spon-

tanen Spaltung lässt sich ganz scharf nachweisen, wann únd wodurch dieselbe möglich ist.

Verfolgen wir dazu die Thatsachen weiter am Natriumammoniumtartrat. Schon STÄDEL fand bei Wiederholung der PASTEURschen Versuche, dafs die Lösung statt der Krystalle von l. und r. Doppeltartrat — $C_4H_4Na(NH_4)O_6.4H_2O$ — unter Umständen ein inaktives Racemat — $(C_4H_4Na(HN_4)O_6)_2.2H_2O$ — ausscheidet. Dies schien der PASTEURschen Vermutung von Keimwirkung günstig zu sein, aber WYROUBOFF fand, dafs es sich um eine Temperaturfrage handelt, und dafs aus derselben Lösung, je nachdem oberhalb oder unterhalb 26° gearbeitet wird, Racemat oder Tartrat krystallisiert. Ich konnte dann, in Vereinigung mit VAN DEVENTER, nachweisen, dafs es sich hier um eine sog. Umwandlungserscheinung handelt und dafs die Mischung der l. und r. Doppeltartrate bei 26° eine Teilschmelzung erleidet unter Verwandlung in Racemat nach der Gleichung:

$$2\,C_4H_4Na(NH_4)\,O_6\,.\,4\,H_2O = (C_4H_4Na(NH_4)O_6)_2\,.\,2\,H_2O + 6\,H_2O.$$

Dadurch ist die Erscheinung anderen auf anorganischem Gebiet gelegenen an die Seite zu stellen, am einfachsten der Teilschmelzung von Glaubersalz bei 32°:

$$SO_4Na_2\,.\,10\,H_2O = SO_4Na_2 + 10\,H_2O.$$

Dementsprechend läfst sich die betreffende Temperatur wie ein Schmelzpunkt bestimmen. Eingetaucht in umgewandeltes Glaubersalz stellt sich das Thermometer bei Abkühlung auf 32° ein. Die umgewandelte Tartratmischung würde dasselbe bei 26° zeigen. Zum Arbeiten mit kleineren Substanzmengen, was in derartigen Fällen geboten ist, eignet sich aber besser ein einfaches Dilatometer (Reservoir mit Kapillare und angeklebter Millimeterskala) und eine oberhalb 26° eintretende Ausdehnung, die unterhalb wieder rückgängig wird, zeigt die betreffende Umwandlungserscheinung sehr scharf an.

Noch weiter läfst sich dies verfolgen, falls die Beziehung berücksichtigt wird, welche zwischen der Umwandlungserscheinung und dem Löslichkeitsverhalten besteht. Die Umwandlung im Glaubersalz entspricht bekanntlich einem Schnittpunkt zweier Löslichkeitskurven (Fig. 7), die sich resp. auf $SO_4Na_2\,.\,10H_2O$ und SO_4Na_2 beziehen und derart unter einem Knick (bei P) zusammenstofsen, dafs oberhalb 32° das Hydrat ($SO_4Na_2\,.\,10H_2O$), unterhalb das Anhydrid (SO_4Na_2) die löslichere Modifikation ist, was dem Sinne der Umwandlung in beiden Fällen entspricht.

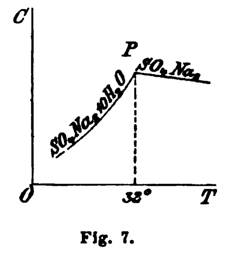


Fig. 7.

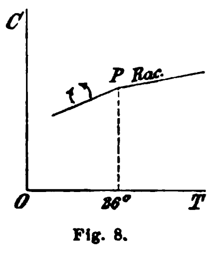


Fig. 8.

Ganz dasselbe stellt sich heraus beim Gemisch von Tartrat und beim Racemat, deren resp. Löslichkeitskurven bei 26° (in P, Fig. 8) zusammenstofsen; auch dort ist der Knick derart, dafs oberhalb 26° die Tartratmischung, unterhalb das Racemat die löslichere, also die weniger stabile Form ist.

Dem völligen Zutreffen in dieser Vergleichung steht nur noch eine Lücke im Wege, und zwar, dafs bei der Tartratumwandlung zwei Salze resp. links- und rechtsdrehend zusammenkommen, um unter Wasserausscheidung in Complex, das Racemat,

zu bilden, während bei Glaubersalz ein einziges Salz, $SO_4Na_2 . 10\,H_2O$, diese Rolle übernimmt. Darum sei noch hinzugefügt, dafs auch auf anorganischem Gebiet Fälle aufzuweisen sind, die in dieser Beziehung der Tartratmischung an die Seite gestellt werden können. Das Doppelsalz Astrakanit z. B., $(SO_4)_2 Mg Na_2 . 4 H_2O$, bildet sich oberhalb 22° aus seinen Componenten unter Wasserabspaltung nach der Gleichung:

$$SO_4\,Mg . 7\,H_2O + SO_4 Na_2 . 10\,H_2O = (SO_4)_2 Mg Na_2 . 4\,H_2O + 13\,H_2O.$$

Der Zerfall dieses Salzes unter 22°, wobei der durch Verreiben mit der nötigen Wassermenge entstandene dünne Brei zu einer festen Masse erstarrt, ist also eine Umwandlung, die der Spaltung optischer Antipoden wie bei Natriumammoniumtartrat vollkommen zur Seite steht und jeder Einwirkung der belebten Natur entbehren kann.

Kleine Mitteilungen.

Über eine neue Form des Versuchs von Trevelyan.

Von Dr. **N. Traverso** in Tortona.

Allgemein bekannt ist der Versuch, der gewöhnlich unter dem Namen des Versuchs von Trevelyan geht. Ein an der Kante ausgekehltes Stück Messing ist an einem gut abgerundeten Stiel befestigt; wird es auf über 100° erwärmt und dann auf eine Bleiplatte gelegt, so führt es rasche Schwingungen aus, die einen im allgemeinen ziemlich hohen Ton hervorrufen. Man kann zu dem Versuch auch eine Schaufel von passender Gestalt, z. B. eine gewöhnliche Kohlenschaufel, benutzen, indem man sie auf 100° oder darüber erhitzt und über die Kanten zweier Bleiplatten legt, die man, durch einen schmalen Zwischenraum getrennt, nebeneinander in einen Schraubstock spannt; die Schaufel beginnt dann plötzlich von der einen Platte zur andern zu oscillieren. Bei der Form, die ich dem Versuch gebe, tritt das Umgekehrte ein; das erwärmte Metall bleibt unbewegt, und die Schwingungen werden von einem passend gestalteten zweiarmigen Hebel ausgeführt.

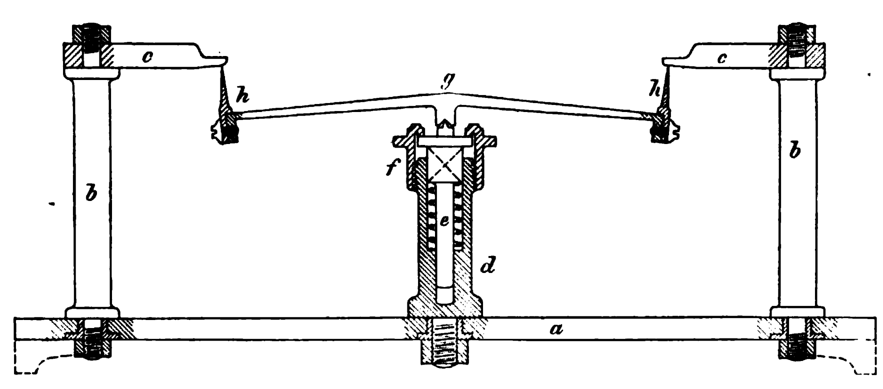


Fig. 1.

Die sehr einfache Construktion des Apparates ist in Fig. 1 in senkrechtem Durchschnitt dargestellt. An ein hölzernes Grundbrett *a* sind mittels Schrauben zwei Metallsäulchen *b b* befestigt; jede von ihnen trägt am oberen Ende eine Messing- oder Kupferplatte, die in Fig. 2 in der Oberansicht dargestellt ist. In der Mitte des Grundbretts ist eine dritte Säule *d* angebracht, in der eine Spindel *e* auf- und abgleiten kann. Durch Drehen des Scheibchens *f* kann die Spindel gesenkt werden; dreht man das Scheibchen in umgekehrter Richtung, so wird die Spindel durch eine Feder aus Stahl, die sich im Innern von *d* befindet, nach oben gedrückt. Ein Stück der Spindel ist von quadratischem Querschnitt und ebenso der entsprechende Teil des Innenraums von *d*, in dem sich auch die erwähnte Feder befindet. Auf diese Weise wird verhin-

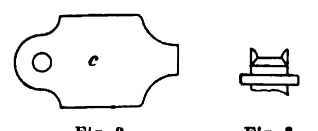


Fig. 2. Fig. 3.

dert, dafs die Spindel sich während einer senkrechten Verschiebung um ihre Achse dreht. Das obere Ende der Spindel *e* ist in Fig. 3 in der Seitenansicht dargestellt; es hat die Gestalt einer (von vorn nach hinten gerichteten) scharfen Schneide und trägt einen zweiarmigen Hebel *g*, der durch zwei Vorsprünge an den Enden der Schneide verhindert wird, sich senkrecht zur Ebene der Zeichnung zu verschieben. Am Ende eines jeden Hebelarms ist durch eine Schraube ein keilförmiges Bleiplättchen *h* befestigt (in der Figur schraffiert), dessen Breite am oberen Ende 5 mm beträgt. Der Schwerpunkt des Hebels mufs oberhalb seiner Stützlinie liegen, sodafs der Hebel sich in labilem Gleichgewicht befindet.

Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, senkt man die Spindel *e* genügend weit und nimmt den Hebel *g* heraus. Dann werden die Metallplatten *c* bis zu einer Temperatur über 100° erwärmt; der Hebel wird an seine Stelle zurückgesetzt und die Spindel gehoben, bis die Bleiplättchen *h* sich in ganz geringem Abstand von den Platten *c* befinden. Die schwingende Bewegung giebt sich auch hier durch einen Ton kund. Wenn man will, kann man die Bewegung dadurch sichtbar machen, dafs man an dem Ende des einen Hebelarmes ein Spiegelchen befestigt und einen Lichtstrahl daran reflektieren läfst. Die Erscheinung ist dieselbe, wie bei dem bekannten Versuche von Lissajous.

Der Winkel der höchsten Empfindlichkeit der Tangentenbussole.

Von **W. Weiler.**

Der Strom J bringe die Nadelablenkung α hervor und J_1 die Ablenkung β; unter welchen Bedingungen ist dann die Differenz $(\beta-\alpha)$ ein Maximum, wenn J und J_1 sehr wenig verschiedene Werte besitzen?

Man hat $\frac{J_1}{J}=\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}$, woraus $\operatorname{tg}\beta=\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}$.

Ferner ist $$\operatorname{tg}(\beta-\alpha)=\frac{\operatorname{tg}\beta-\operatorname{tg}\alpha}{1+\operatorname{tg}\beta\operatorname{tg}\alpha}=\frac{\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}-\operatorname{tg}\alpha}{1+\frac{J_1}{J}\operatorname{tg}^2\alpha}=\frac{\frac{J_1}{J}-1}{\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}+\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}}.$$

$\operatorname{tg}(\beta-\alpha)$ wird ein Maximum, wenn der Nenner ein Minimum wird. Setzt man

$$\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}+\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}=\left(\frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg}\alpha}}-\sqrt{\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}}\right)^2+2\sqrt{\frac{J_1}{J}};$$

so wird dieser Ausdruck ein Minimum, wenn

$$\frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg}\alpha}}-\sqrt{\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}}=0,\text{ woraus }\frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg}\alpha}}=\sqrt{\operatorname{tg}\alpha\frac{J_1}{J}}\text{ und }\operatorname{tg}^2\alpha=\frac{J}{J_1},\ \operatorname{tg}\alpha=\sqrt{\frac{J}{J_1}}.$$

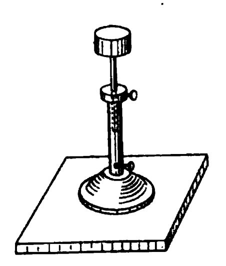
Vorausgesetzt war, dafs der Wert von J_1 dem Werte von J sehr nahe komme; beim Grenzwert ist $J_1=J$ und somit $\operatorname{tg}\alpha=1$ und Winkel $\alpha=45°$.

Für die Praxis.

Nochmals Rogets Spirale als Wellenmaschine. Von **P. Meutzner** in Annaberg. In Band X, S. 92 d. Z. habe ich die Verwendung der in vielen physikalischen Sammlungen vorhandenen Rogetschen Spirale zur Veranschaulichung des Schwingungszustandes der Luft in gedeckten Pfeifen (beim Grund- und ersten Obertone) empfohlen. Geben doch auch die kürzeren Spiralen ohne alle Schwierigkeit die erste Oberschwingung $\left(l=\frac{4\lambda'}{3}\right)$. Will man auch noch die zweite Oberschwingung $\left(l=\frac{5\lambda''}{4}\right)$ so hervorrufen, dafs sie mit ihren Knotenstellen bei $^1/_5\,l$ und $^3/_5\,l$ aus grösserer Ferne deutlich erkennbar ist, so bedarf man einer Spirale von 120 Windungen, deren 24. und 72. Ring, vom Kugelende aus gezählt, zweckmäfsiger Weise auffällig bezeichnet wird.

Wer einmal Rogets Spirale anschafft, sollte hiernach Bedacht darauf nehmen, dafs sie zugleich zur Vorführung der genannten stehenden Längsschwingungen verwendet werden

kann. Geeignete Abmessungen sind nach meiner Erfahrung 120 Windungen, von 32 mm Durchmesser, eines harten Kupferdrahtes von 1 mm Dicke. Das obere Ende der Spirale wird etwa in einem hochgestellten Retortenhalter befestigt, das Kugelende taucht in ein eisernes Quecksilbernäpfchen, dessen Stiel nach Bedarf in verschiedener Höhe festgeklemmt werden kann und dessen (messingener) Ständer gleichzeitig der Stromleitung dient (s. Fig.). Eine solche Vorrichtung ist nötig, weil sich die Spirale beim Durchgange des Stromes durch die Joulesche Wärme ganz erheblich ausdehnt, eine Verstellung der ganzen Spirale aber die glatte Ausführung der Versuche in lästigster Weise stört und verzögert.



Über die Behandlung des Apparates noch folgende Winke. Der Mechaniker soll die Spirale möglichst straff gewickelt liefern; so ist sie aber für ein schönes Experimentieren noch nicht brauchbar: durch ihr Gewicht zieht sie die oberen Ringe ziemlich weit auseinander, während die unteren Windungen eng geschlossen bleiben! Man mufs deshalb durch wiederholtes Durchziehen eines starken Bleistiftes die unteren Windungen recht vorsichtig so weit von einander entfernen, dafs alle Windungen der freihängenden Spirale möglichst gleichweit von einander abstehen, eine etwas mühsame Operation.

Bei der angegebenen Länge geht infolge der allmählichen Erwärmung die Grundschwingung meist ganz von selbst in die erste Oberschwingung über. Die zweite Oberschwingung einzuleiten, bedarf es einiger Übung und — Geduld, weshalb man besser thun wird, noch vor Eintritt der Zuhörer den Versuch in Gang zu bringen. Man beschränkt mittels der Enden einer angeschobenen Pincette die Bewegungsfreiheit des 24. Ringes, berührt vielleicht auch noch ganz leise den 72. Ring mit dem Finger: bei richtig gewählter Stromstärke — hat man keine Akkumulatoren zur Verfügung, dürften mindestens 3 kräftige Bunsen erforderlich sein — erhält man leicht die gewünschte Schwingungsform, die weithin deutlich sichtbar in mehrfacher Hinsicht ein dankbarer Beobachtungsgegenstand ist. Sind alle Vorsichtsmafsregeln genau berücksichtigt, so erhält sich der einmal hervorgerufene Schwingungszustand auch nach behutsamer Entfernung der Pincette längere Zeit.

Ein neues Stativ über den Bunsenbrenner. Von Prof. Dr. **E. Steiger** in St. Gallen. Im Laboratorium der hiesigen Kantonsschule machte sich das Bedürfnis fühlbar, auch im elementaren chemischen Praktikum jedem Schüler ein eisernes Stativ ins Inventar zu geben. Da indessen Bunsenstative ziemlich teuer sind und deren Aufstellung viel Platz erheischt, so suchte ich mir durch die Construktion eines billigeren und compendiöseren Stativs zu helfen. Der Triangel *a* (Fig. 1), der sonst als Träger des einfachen Schornsteins dient, wurde in etwas gröfseren Abmessungen hergestellt, jedes Ende rechtwinklig zu einem Haken umgebogen und an dem einen eine Stellschraube *b* angebracht. Diese dient zum Feststellen des zweiten Teiles des Apparates, nämlich eines beidseitig offenen Cylinders *c* (Fig. 2), der oben mit einer Anzahl von Öffnungen versehen ist, die den Verbrennungsgasen freien Austritt gestatten, wenn der Cylinder durch ein Gefäfs, etwa einen Kochkolben, abgeschlossen wird.

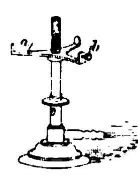


Fig. 1.

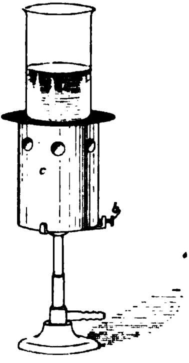


Fig. 2.

Das Erhitzen der Gefäfse geschieht wie gewohnt, entweder auf dem Drahtdreieck, dem Drahtsieb, oder der Asbestplatte.

Dieses sog. Cylinderstativ hat sich als aufserordentlich praktisch erwiesen; es versieht zugleich die Stelle des Schornsteins und kann auf jedem Bunsenbrenner mit Leichtigkeit angebracht werden. — Die Vorrichtung ist gesetzlich geschützt (D.R.G.-M 75817) und wird von der Firma C. Desaga in Heidelberg hergestellt.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Wärmemühle. Diese von ALFRED BENNETT (*Engineering LXIII 239, 1897; Zeitschr. f. Instr. XVII 220*) angegebene Vorrichtung besteht aus einem leichten, in Spitzen laufenden Flügelrädchen *E* (Fig. 1), das von einem Glasrohr *A* umgeben ist, auf dem oben ein Schornsteintrichter *B* sitzt. Das Ganze wird von einer Glasglocke *G* überdeckt. Stellt man eine solche „Convektionsmühle" im Freien auf, so dringt die strahlende Wärme der Sonne oder des Tageslichts durch die Glasglocke und den Cylinder hindurch und erwärmt die Mühle und alle sonstigen Teile der Vorrichtung. Die erwärmte Luft steigt im Schornstein auf, kühlt sich an der kälteren Glaswand ab, sinkt zu Boden und tritt dann von unten her wieder in den Glascylinder ein. Es entsteht so ein Luftstrom in der Richtung der Pfeile, der die Mühle in Bewegung setzt. Die Anzahl der Umdrehungen der Mühle gestattet einen Schlufs auf die Gröfse der Wärmestrahlung. Das Instrument ist so empfindlich, dafs BENNETT damit die Strahlung des Mondes nachweisen konnte.

Diese Wärmemühle läfst sich in der Anordnung, die in Fig. 2 angegeben ist, auch als Kalorimeter benutzen. Die oben mit einer Öffnung versehene Glasglocke sitzt in dem Gefäfs *U*, das durch einen bei *V* eintretenden Wasserstrom in unveränderlichem Wärmezustand erhalten wird; das Wasser verläfst das Gefäfs *U* durch die Öffnung U_2 und fliefst,

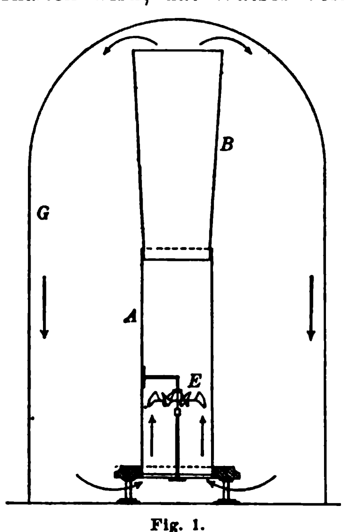


Fig. 1.

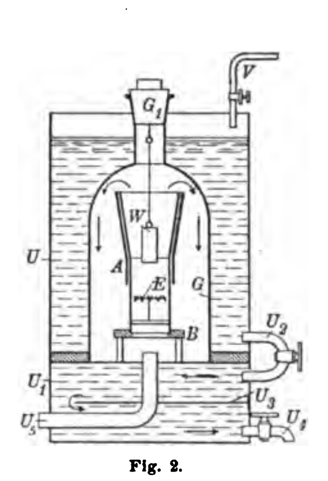


Fig. 2.

nachdem es die beiden Kasten U_1 und U_2 durchströmt hat, durch U_4 ab. Mittels der Röhre U_5 kann man den Innenraum mit einem beliebigen Gase füllen. Solange ein völliges Temperaturgleichgewicht noch nicht erreicht ist, dreht sich die Mühle *E*, sie gelangt erst zum Stillstand, wenn der Wärmezustand des Innenraums nur noch $^1/_6$° C. von dem des Wassers verschieden ist. Wird ein Körper *W* bis zu einem bestimmten Wärmegrad erhitzt und dann an dem luftdicht schliefsenden Stopfen G_1 hängend in den Raum über der Mühle *E* eingesenkt, so beginnt die Mühle sich zu drehen, und aus der Anzahl der Umdrehungen kann man die spezifische Wärme des Körpers *W* berechnen. Hing man z. B. einen Bleicylinder, dessen Temperatur 11,4° C. betrug, über der Mühle auf, und besafs das fliefsende Wasser eine Temperatur von 5,2° C. so beobachtete man für diesen Wärmeunterschied 101,5 Umdrehungen der Mühle. Ein Kupfercylinder gleicher Masse gab bei den gleichen Temperaturen 307,4 Umdrehungen. Nimmt man die spezifische Wärme von Blei zu 0,031 an, so ist die spezifische Wärme des Kupfers $= 0{,}031 \frac{307{,}4}{101{,}5} = 0{,}0939$. Auch zur Bestimmung der spezifischen Wärme der Gase ist die Vorrichtung verwendbar. Man bringt hierfür unterhalb der Mühle eine Heizschlange an, durch die man bekannte Mengen des zu untersuchenden Gases hindurchleitet. *H.-M.*

Erzeugung Lenardscher Strahlen. Bekanntlich ist es Lenard schon vor Röntgens epochemachender Entdeckung gelungen, Kathodenstrahlen durch ein dünnes Aluminiumfenster aus der Vakuumröhre in den Aufsenraum treten zu lassen und dort ihre Eigenschaften zu studieren (vgl. d. Zeitschr. *IX 91*). In *Wied. Ann. 62, 134 (1897)* beschreibt Th. Des Coudres ein Verfahren, die der Herstellung solcher Strahlen noch entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden. Namentlich ist es schwer, trotz des Aluminiumfensters und seiner Kittung ein gutes Vakuum im Erzeugungsraum der Kathodenstrahlen zu erhalten. Diese Forderung aber läfst sich umgehen auf Grund der Beobachtung, dafs bei gegebenem Gasdruck Kathodenstrahlen von immer geringerer Absorbierbarkeit entstehen, je rascher die Potentialdifferenz an den Elektroden ansteigt (vgl. d. Zeitschr. *X 56*). Für diesen Zweck sind elektrische Oscillationen von möglichst grofser Amplitude bei möglichst geringer Schwingungsdauer erforderlich. Geeignet ist bei Anwendung eines gröfseren Induktoriums eine Leydener Flasche *L* (*Fig. 1*) von etwa 1400 ccm Kapazität, die an das Induktorium angeschlossen und mit einem Kupferblechband *B* zu einem primären Kreis geschlossen ist, der überdies noch eine mikrometrisch verstellbare Zinkkugelfunkenstrecke enthält. Das Blechband ist in drei Windungen (*P*) um ein Hartgummirohr von 4 cm Durchmesser und 10 cm Länge geführt, darüber ist ein dickwandiges Ebonitrohr geschoben und um dieses die sekundäre Spule *S* aus 1 mm starkem blankem Kupferdraht in etwa 60 Windungen mit 1 mm Ganghöhe gewickelt. Man arbeitet mit der gröfsten Schlagweite, die das Induktorium zu geben vermag. Verbindet man die Enden *a* und *b* der sekundären Spule mit dem Lenardschen Rohr (d. Zeitschr. *IX 91*), so erhält man in die Atmosphäre austretende Strahlen schon bei Drucken, bei denen die mit dem blofsen Induktorium erzeugten Kathodenstrahlen das Aluminiumfenster noch nicht durchdringen. Noch besser bewährt hat sich eine cylindrische Hartgummikammer (*Fig. 2*) von 1 cm Weite und 2 cm Länge, bei der die Aluminiumelektrode *A* bis auf die dem Fenster gegenüberliegende Fläche ganz in die Hartgummiwand des einen abgerundeten Endes eingebettet ist. Als andere Elektrode dient eine eingeschraubte Messingkappe *B* mit einem 2 mm weiten Loche für das Aluminiumfenster; ein in die Messingkappe seitlich eingelötetes Metallrohr *D* führt mittels biegsamen dickwandigen Gummischlauches zur Quecksilberpumpe. Auf das äufsere Gewinde *b* der Messingkappe kann ein ebenfalls mit Messingfassung versehenes Glasrohr *E* aufgeschraubt werden, das als Beobachtungsraum für Versuche in verschiedenen Gasen und bei verschiedenen Drucken dient. Das Aluminiumblättchen von 0,003 mm Dicke wurde mit Marineleim aufgekittet und an einer Stelle in metallischen Contakt mit der Messingfassung gesetzt; dann hielt es bei täglich mehrstündiger Beobachtung wochenlang aus. Um von aufsen auftreffende Fünkchen zu verhüten, wurde die Messingfassung dauernd mit der Erde in Verbindung gesetzt. Mit dem Apparat können selbst einem gröfseren Auditorium die Lenardschen Strahlen gezeigt werden, wenn man steil gegen das Fenster einen Baryumplatincyanürschirm setzt. (Rohr und Transformator können vom Institutsmechaniker Schlüter in Göttingen bezogen werden.)

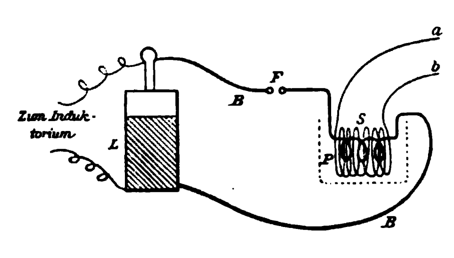


Fig. 1.

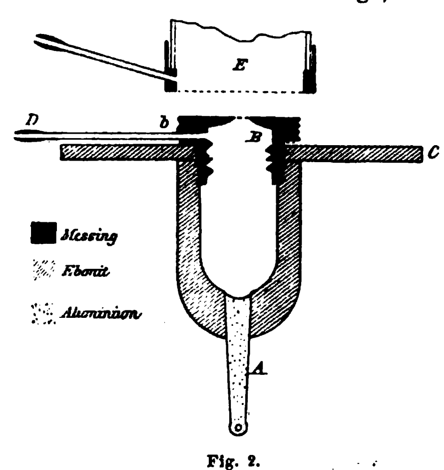


Fig. 2.

Die so erzeugten Kathodenstrahlen üben in freier Luft die gleiche färbende Wirkung auf Salze aus, wie sie Goldstein im Innern des Erzeugungsrohres beobachtet hat (d. Zeitschr. *X 155*). Ferner liefs sich nachweisen, dafs auch ein aufserhalb des Entladungsrohres von den

Kathodenstrahlen getroffener Körper Röntgensche Strahlen (X-Strahlen) aussendet. Zu dem Zwecke mufste die direkte Wirkung der von dem Fensterchen selbst ausgehenden Strahlen ausgeschlossen werden. Dies geschah dadurch, dafs vor dem Fensterchen ein Platinschirm unter 45° Neigung gegen die Achse der Lenardschen Kammer aufgesteckt wurde; diesem Schirm gegenüber, senkrecht zur Achse der Kammer, befand sich ein Messingrohr und an dessen Ende, gegen indirekte Strahlung durch eine Bleiwand geschützt, die in schwarzes Papier gehüllte photographische Platte. Nur wenn der Platinschirm eingesetzt war, entstand auf dieser eine scharfe schwarze Kreisfläche. Dafs diese nicht von diffus reflektierten, aus der Ebonitkammer kommenden Röntgenstrahlen herrührte, wurde dadurch bewiesen, dafs ein über das Fensterchen gelegtes Aluminiumblech von 0,05 mm Dicke jeden Effekt des Platinbleches aufhob, während es die aus der Kammer selbst kommenden Röntgenstrahlen kaum schwächte. Wie Platin verhielten sich auch Blei und Kupfer, ebenso mit Uranoxyd überzogenes Aluminiumblech und eine Krystallfläche von Calciumplatincyanür; sehr viel schwächer wirkten z. B. Aluminium und Glas. — Auch das Leitendwerden der Luft unter dem Einflusse der aus dem Fenster austretenden Lenardschen Strahlen konnte wenigstens als sehr wahrscheinlich nachgewiesen werden. Man darf nach dem allen schon jetzt behaupten, dafs sich Kathodenstrahlen aufserhalb des Erzeugungsraumes in ihren wesentlichsten Wirkungen gerade so verhalten wie im Erzeugungsraume selbst.

---

2. *Forschungen und Ergebnisse.*

Über den „photoelektrischen Strom“ veröffentlichen Elster und Geitel weitere Untersuchungen. (*Wied. Ann. 61, 445; 1897.*) Die spiegelnde Oberfläche einer mit einer flüssigen Natrium-Kalium-Legierung gefüllten Zelle (*s. d. Ztschr. V 38*) dient als Kathode und befindet sich in einer Atmosphäre von Wasserstoff unter 1 mm Quecksilberdruck. Die Zelle ist zugleich mit einem Galvanometer in den Schliefsungskreis einer galvanischen Batterie eingeschaltet. Ist die E. K. der Batterie unterhalb der Grenze, bei der das Leuchten des Gases eintritt, so zeigt das Galvanometer im Dunkeln keinen Strom an. Sobald aber die Kathode beleuchtet wird, tritt eine Ablenkung der Galvanometernadel ein, die im allgemeinen der Lichtstärke proportional ist. Bei Anwendung polarisierten Lichtes zeigt sich, dafs das Maximum der Stromintensität eintritt, wenn die elektrischen Verschiebungen in der Einfallsebene, das Minimum, wenn sie senkrecht zur Einfallsebene liegen.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des photoelektrischen Stromes vom Einfallswinkel des auffallenden Lichtes wurde ein besonderer Apparat construiert, bei dem die Zelle festlag und dem Lichtstrahle leicht jede Neigung zur Kathodenfläche gegeben werden konnte. Als Lichtquelle diente ein gerader horizontaler Kohlenfaden in einer Glühlampe; die Strahlen wurden durch eine Cylinderlinse parallel gemacht, durchsetzten ein Nicolsches Prisma und konnten durch einen mikrometrisch verstellbaren Spalt nach Belieben begrenzt werden. Elster und Geitel fanden nun, dafs, wenn der Hauptschnitt des Nicols, bzw. die elektrischen Verschiebungen in der Einfallsebene lagen, die Stromintensität mit wachsendem Einfallswinkel zunahm, etwa bei 60° ihr Maximum erreichte und bei 90° wieder sehr klein wurde. Wurde der Nicol aber um 90° gedreht, so verminderte sich die Stromintensität mit wachsendem Einfallswinkel.

Die bisherigen Untersuchungen waren durchweg mit einer Natrium-Kalium-Legierung angestellt worden. Bei Verwendung von Kathoden aus Rubidium- oder Cäsiumamalgam zeigte der photoelektrische Strom einen ähnlichen Verlauf; nur trat in dem ersten der oben genannten Fälle das Maximum des Stromes erst bei 75° ein. Auch war die Stromstärke für senkrechten Einfall relativ höher. Zur Erhöhung der Lichtstärke wurde bei den letzten Versuchen ein Zirkonbrenner benutzt.

Elster und Geitel suchten ferner nach einem Zusammenhange des photoelektrischen Stromes mit der Lichtabsorption an der Kathode. Die an der Oberfläche der Natrium-Kalium-Legierung bei verschiedenen Einfallswinkeln absorbierten Lichtmengen wurden aus dem Brechungsexponenten n und dem Absorptionscoefficienten $\varkappa$ mit Hilfe der Drudeschen Formeln

berechnet. Es zeigte sich, dafs der Gang der Lichtabsorption dem des photoelektrischen Stromes im grofsen und ganzen proportional ist. Doch gilt das nur für parallel zur Einfallsebene polarisiertes Licht; für senkrecht polarisiertes Licht ist die Übereinstimmung weniger genau. Indessen bezog sich die Berechnung der Absorption nur auf eine Wellenlänge, während sich die photoelektrische Wirksamkeit über ein weiteres Spektralgebiet ausdehnt. Es erscheint daher kaum zweifelhaft, „dafs der photoelektrische Strom, soweit er vom Einfallswinkel und der Schwingungsrichtung des erregenden Lichts abhängt, durch den Betrag der Lichtabsorption an der Kathode bestimmt ist". *Schk.*

Eine neue Methode zur Messung der Dielektrizitätsconstanten vermittels elektrischer Drahtwellen. Von P. Drude (*Wied. Ann. 61*, *466*; *1897*). Fig. 1 zeigt einen Blondlotschen Erreger *EE* und Empfänger *DD* (vergl. d. Zeitschr. *IX 192*); die Drähte *DD* sind mit 2 Messingröhren *MM* in Verbindung, in denen 2 durch ein Ebonitstück *S* starr verbundene Kupferdrähte gleiten. Diese endigen in 2 kleinen Quecksilbernäpfchen innerhalb des Ebonitstücks. In diese Quecksilbernäpfe tauchen ebenfalls die Zuleitungsdrähte eines Condensators, die über die Rillen *RR* hinweg nach unten zu dem Condensatorgefäfs führen. Dieses ist ein

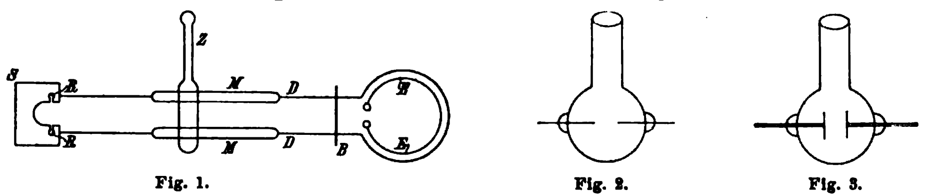


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

kleines Glaskölbchen, in welches Platindrähte eingeschmolzen sind, die entweder ohne Endkapazitäten in 4 mm Abstand einander gegenüberstehen (Fig. 2), oder in 2 kleinen, 3 mm von einander entfernten Platinplatten endigen (Fig. 3). Von den beiden Gefäfsen, die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt werden, dient das erste zur Messung grofser, das zweite zur Messung kleiner Dielektrizitätsconstanten. Über den Drähten *DD* liegt ferner die Brücke *B*, über den Röhren *MM* die Zehndersche Vacuumröhre *Z*.

Zu Beginn der Untersuchung wird in die Rillen *RR* ein Metalldraht eingelegt, und durch Verschieben von *S* das erste Aufleuchten der Röhre *Z* festgestellt. Dadurch ist die Lage des ersten Knotens hinter *B* bestimmt. Dann wird der mit der Flüssigkeit beschickte Condensator in die Rillen eingelegt; um die Röhre im Leuchten zu erhalten, mufs man jetzt das Drahtsystem hinter *B* um die „Einstellung" l verlängern. Die Länge l variiert mit der Kapazität des Condensators, d. h. sie hängt von der Dielektrizitätsconstante der Flüssigkeit ab. Drude benutzte mehrere Aichflüssigkeiten, deren Dielektrizitätsconstanten ε mit andern Methoden bestimmt waren, und trug die Einstellungen l als Funktion von ε graphisch auf. Aus einer solchen Kurve liefs sich dann aus jeder beliebigen Einstellung l der Wert des zugehörigen ε sofort entnehmen. Genauer wird die Bestimmung, wenn man cot $2\pi\,(l/\lambda)$ als Funktion von ε aufträgt, da die so erhaltene Curve nahezu eine gerade Linie bildet.

Als Aichflüssigkeiten benutzte Drude Mischungen von Aceton und Benzol oder von Aceton und Wasser; mit ihnen war das ganze vorkommende Intervall von Dielektrizitätsconstanten von $\varepsilon = 2$ bis $\varepsilon = 82$ leicht herzustellen. Die Constanten der Aichflüssigkeiten wurden mit der Wellenlängenmethode gemessen (diese Zeitschr. *IX 191*).

Die Methode läfst sich auch zur Messung der elektrischen Absorption benutzen. Auch zur Bestimmung der Dielektrizitätsconstante fester Körper dürfte sie sich eignen, besonders wenn diese innerhalb des Glaskolbens noch verflüssigt werden können. Vor andern Methoden hat sie den grofsen Vorzug, dafs nur geringe Substanzmengen zu den Messungen erforderlich sind. *Schk.*

3. Geschichte.

Ein elektrischer Versuch von Hawksbee. Von Herrn Gymn.- Professor Jos. Merten in Saatz (Böhmen) werden wir auf einen Versuch von Hawksbee aufmerksam gemacht, der in Fischers Geschichte der Physik III 456 beschrieben ist und dessen Wiederholung von Interesse sein dürfte.

Hawksbee nahm eine gläserne Kugel, überzog mehr als die Hälfte derselben auf der inwendigen Seite mit Siegellack, zog hiernach die Luft aus ihr heraus und setzte sie in eine umlaufende Bewegung. Als er nun seine Hand daran legte, um sie durch Reiben elektrisch zu machen, so erblickte er die Gröfse und Gestalt aller Teile seiner Hand ganz deutlich und vollkommen auf der inwendigen hohlen Oberfläche des Siegellacks. Es schien, als wenn daselbst blofses Glas, ohne einigen Überzug von Siegellack, zwischen seinem Auge und seiner Hand gewesen wäre. An manchen Stellen war der Überzug von Siegellack so dünn, dafs er im Dunkeln ein Licht mitten hindurch erkennen konnte; an manchen hingegen lag der Lack zum wenigsten 1/8 Zoll dick, und gleichwohl konnte er auch an diesen Stellen das Licht und die Gestalt seiner Hand ebenso deutlich mitten hindurch wahrnehmen, als an irgend einer anderen Stelle. Selbst an denjenigen Stellen, wo der Siegellack nicht so dicht an das Glas schlofs, wie an andern, war das Licht ebensogut wie an dem übrigen Teile zu sehen. Nahm er Pech, so fanden dieselben Erscheinungen statt. Wenn er mit einer sehr grofsen Menge von gemeinem Schwefel die innere Fläche der Kugel zum Teil belegte, so war das Licht inwendig wohl viermal so stark, die Gestalt seiner Finger konnte er aber nicht so deutlich erkennen als in den ersten Fällen.

---

4. Unterricht und Methode.

Zur Lehre vom Potential und den Kraftlinien. In der *Zeitschrift für lateinlose Schulen* (*IX Heft 2, 1897*) hat Prof. Dr. Holzmüller sich „über die Einführung der Lehre vom Potential und von den Kraftlinien in den physikalischen Unterricht der Oberrealschule" ausgesprochen. Was zunächst das Potential betrifft, so schliefst er sich der in dieser Zeitschrift oft vertretenen Ansicht an, dafs der Potentialbegriff für den physikalischen Unterricht unentbehrlich sei, namentlich da er zum Verständnis der elektrischen Einheiten vorausgesetzt werden müsse. Demgemäfs erfordere der Unterricht in der Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität eine förmliche Umgestaltung. [Wir können uns hier der Bemerkung nicht enthalten, dafs diese Umgestaltung bei allen, die den Anregungen unserer Zeitschrift in den erschienenen zehn Jahrgängen gefolgt sind, als bereits vollzogen gelten darf, wennschon im einzelnen noch manches zu thun übrig bleibt.] Der Verfasser hat selbst einen dankenswerten Beitrag „zur elementaren Behandlung der Potentialtheorie" geliefert, der vor kurzem in der *Zeitschrift für den math. und naturw. Unterricht* (*XXVIII Heft 6, 1897*) veröffentlicht und auch als Festschrift für die letzte Hauptversammlung des Vereins zur Förd. des lateinlosen h. Schulwesens besonders erschienen ist. Doch mufs ohne Rückhalt gesagt werden, dafs das darin Gebotene nicht eigentlich den physikalischen Unterricht, oder doch nur indirekt, angeht. Das Verständnis der physikalischen Erscheinungen, insbesondere der elektrischen Vorgänge, erfordert zum Glück so eindringende theoretische Untersuchungen nicht, wie der Verfasser sie für nötig erachtet. Physikalische Lehrbücher, die auf derartige Fragen näher eingehen, überschreiten die Grenze, die sich selbst Hochschulprofessoren (Warburg, Kayser u. a.) bei ihren Vorlesungen über Experimentalphysik stecken. Der Verfasser hat auch selbst erkannt, dafs seine Darlegungen in den mathematischen Unterricht gehören und empfiehlt, sie in den mathematischen Stunden vorzunehmen. Er sagt darüber: „Um den Schülern einen Begriff von dem Wesen und der Kraft der Coordinatenlehre zu geben, kenne ich für die einleitenden Stunden kein schöneres Beispiel als die Construktion und Inhaltsberechnung der Gravitationskurve $y = 1/x^2$, verbunden mit den entsprechenden Deutungen aus der Mechanik und der Lehre vom Magnetismus und der Elektrizität."

Von dem Gesichtspunkte einer Bereicherung des mathematischen Unterrichts sind hiernach auch die Beiträge zu beurteilen, die in der zweitgenannten Abhandlung enthalten sind; für den Physikunterricht können sie ohne Zweifel in hohem Grade förderlich sein, ohne dafs ihnen der Charakter der Notwendigkeit zugestanden zu werden braucht. Wir können nur in Kürze andeuten, was in dieser Abhandlung enthalten ist. Den Anfang macht die schon erwähnte Construktion der Kurve für eine mit dem Quadrat der Entfernung abnehmende Kraft, wobei namentlich auch die Aufgabe gelöst wird, aus zwei demselben Quadranten ange-

hörigen Punkten der Kurve beliebig viele ihrer Punkte zu construieren (Zickzackconstruktion). Hieran schliefst sich die Berechnung des zugehörigen Arbeitsdiagramms mit Hülfe der mittleren Proportionalen und die Deutung dieses Diagramms als Potentialdifferenz. [Wir möchten in diesem Fall der elementaren Integration ohne Arbeitsdiagramm, wenigstens für das Gymnasium, den Vorzug geben, da im Anfangsunterricht die Vermittlung durch die graphische Darstellung leicht das Verständnis der an sich rein algebraischen Beziehungen erschwert.] Der Verfasser giebt dann einen strengen Beweis für die Zulässigkeit der algebraischen Addition von Potentialen. Er vermifst diesen Beweis in den Lehrbüchern; erwähnt sei, dafs der Satz bei Serpieri (das elektrische Potential, Hartleben 1884) elementar bewiesen ist, doch hat selbst Mach („Grundrifs f. d. ob. Klassen" und „Leitfaden für Studierende" § 280) die beweislose Einführung des Satzes für zulässig erachtet. Der Verfasser wendet sich dann zu den Niveaulinien für zwei gleiche, in je einem Punkt conzentrierte Massen und giebt für diese eine Construktion, die unter Beachtung der Reciprocitätsbeziehung mit Hülfe des Einheitskreises leicht zum Ziel führt. Er betont hierbei besonders die Verschiedenheit der Kurven gleichen Potentials von den Kurven gleicher Intensität. Recht instruktiv ist auch der Vergleich der entsprechenden Niveauflächen mit der Oberfläche einer oceanischen Wassermasse, die sich über zwei starr verbundenen, homogenen, kugelförmigen Weltkörpern von gleicher Masse ausbreitet, wenn vorausgesetzt wird, dafs die Wasserteilchen aufeinander keine Anziehung ausüben. Im Anschlufs daran wird die Gröfse und Richtung der Kraftresultante an jeder Stelle durch Construktion und Rechnung bestimmt. Dann folgt die Construktion und Gleichung der Kraftlinien für das symmetrische Zweipunktsystem; es wird nicht nur die in mehreren Lehrbüchern zu findende Construktion angegeben, sondern auch der elementare Nachweis geführt, dafs die so erhaltenen Kurven die Orthogonalkurven der Niveaulinien sind. Zur Führung dieses Nachweises werden einige mechanische Hülfsaufgaben behandelt, und besonders die Arbeit bei Drehung eines Vektors (vom Verfasser als Drehungspotential bezeichnet) in betracht gezogen. Den Schlufs bilden Andeutungen über die elementare Behandlung des unsymmetrischen Zweipunkt-Problems und des Problems beliebig vieler Punkte. Inbezug auf die Verwendung der dargebotenen Betrachtungen im Unterricht erklärt der Verfasser: „Notwendig ist der Potentialbegriff für jede Vollanstalt. Soll die neuere Physik nicht mit leeren Worten betrieben werden, so kann seine Definition, seine Veranschaulichung durch das Arbeitsdiagramm, dann die Construktion der Niveau- und Kraftlinien nicht umgangen werden." Das Gymnasium freilich müsse sich auf das Notwendigste einschränken, das Realgymnasium könne schon weiter gehen, die Oberrealschule aber dürfe Betrachtungen nach Art der obigen unbedenklich zulassen. Wir enthalten uns jedes Urteils in der letzteren Hinsicht; es wird der Erprobung im Unterricht und der Erfahrung der Fachgenossen überlassen bleiben müssen, ob die auf den ersten Anblick sehr hoch gespannten Anforderungen zu verwirklichen sind, oder ob damit nicht schon in das Gebiet übergegriffen ist, das dem wissenschaftlichen Studium und der Fachvorbildung vorbehalten bleiben sollte. Bezüglich der Lehre vom Potential ist durch die in dieser Zeitschrift veröffentlichten, auf historischer Grundlage fufsenden Darlegungen (*I 89*, *III 161*) die rein experimentelle Einführung als wissenschaftlich berechtigt nachgewiesen.

Auf die Frage der Kraftlinien geht der zuerst erwähnte Aufsatz noch näher ein. Es heifst dort: „So lange der Primaner nicht mindestens die Gleichungen $m_1/r_1 \pm m_2/r_2 = c$ für die Niveauflächen, die Gleichungen $m_1 \cos \vartheta_1 = \pm m_2 \cos \vartheta_2$ für die Kraftlinien verstanden hat, krankt seine Vorstellung von den Kraftlinien an Unklarheit und Unbestimmtheit" . . . , „Eine eingehendere Behandlung der Lehre von den Kraftlinien ist zu vermeiden, sobald es unmöglich erscheint, sie in voller Klarheit und Bestimmtheit darzustellen, d. h. so lange es unmöglich erscheint, zum mindesten die Zweipunktprobleme mathematisch zu formulieren, d. h. die Kurven nicht nur correkt zu construieren, sondern auch ihre Gleichung aufzustellen". — Wäre dies zutreffend, so müfsten die Kraftlinien nicht nur auf allen sechsstufigen, sondern auch auf der Mehrzahl der neunstufigen Lehranstalten aus dem Unterricht verschwinden. Zum Glück liegt die Sache auch hier so, dafs die physikalische Anschauung von den Kraft-

linien aller mathematischen Formulierung vorangegangen ist, ja im Geiste eines Faraday ohne derartige Formulierung zu allen wesentlichen Folgerungen und Einsichten geführt hat. Man wird daher auch im Unterricht sich einer solchen auf experimentellem Wege gefundenen physikalischen Anschauung bedienen dürfen, ohne sich schon dadurch dem Vorwurf der Unklarkeit und Unbestimmtheit auszusetzen. Allerdings aber ist von denen, die den Kraftlinien eine gröfsere Ausdehnung im Unterricht gewähren wollen, zu verlangen, dafs sie alle Unklarheit und Unbestimmtheit vermeiden. Die zum Teil in der Sache selbst liegenden Schwierigkeiten, die in dieser Hinsicht bisher hervorgetreten sind, bleiben bestehen, auch wenn man die mathematische Formulierung, die Herr G. Holzmüller darbietet, zu Grunde legt. Ein Beispiel hierfür liefert der in der ersten Abhandlung (S. 38) enthaltene Hinweis auf die scheinbare Wirkung zwischen den Kraftlinien zweier paralleler stromdurchflossener Drähte; das System der Hyperbeln und confokalen Lemniskaten zeigt, wenn man es mit den beiden Systemen jedes einzelnen Drahtes vergleicht, eine derartige Lage, als ob die ursprünglich vorhandenen Kreise, die die Kraftlinien darstellen, einander angezogen hätten. Hieraus aber zu schliefsen, dafs die im resultierenden System vorhandenen Kraftlinien aufeinander eine Anziehung ausüben, ist unzulässig, ebenso auch der daran angeknüpfte Schlufs auf die Anziehung gleichgerichteter Ströme. [Der Verfasser schiebt zwar in den ersten Schlufs ein „gewissermafsen" ein, läfst dies aber völlig aufser acht, um zum zweiten Schlufs zu gelangen.] Um recht deutlich zu machen, was wir meinen, sei noch Folgendes hinzugefügt. Bei der Annäherung der beiden Drähte findet eine Superposition der Wirkungen der beiden einzelnen Drähte statt, die in jedem Augenblick vorhandenen Kraftlinien stellen nur die aus beiden resultierende Verteilung der Kräfte im Raum dar; ändert sich diese, so ändert sich die Lage und Richtung der Kraftlinien; aber man kann nicht sagen, dafs zwischen diesen blofsen mathematischen Richtungslinien eine mechanische Wirkung bestände, noch weniger kann man daraus eine reale zwischen Dingen im Raum stattfindende Anziehung herleiten. Derartiges zu leisten ist die Kraft der Mathematik, so hoch man sie auch veranschlagen mag, aufser stande, es bedarf dazu besonderer Festsetzungen über den Zustand des Mediums, die Faraday angegeben und Maxwell von ihm übernommen hat (*Electr. and Magn. vol. I art. 110*). Mit der Diskussion dieser hypothetischen Vorstellungen aber verläfst der Unterricht den ihm zustehenden Bereich und nimmt Probleme in Angriff, mit deren Lösung die Forschung der Gegenwart noch beschäftigt ist. Vollends unzulänglich erscheint endlich der elementare Versuch, aus der Gestalt der substantiell gedachten Kraftlinien Folgerungen auf das Gleichgewicht der Kräfte im Medium zu ziehen. Will man ein Verständnis dieser Dinge anbahnen, so wird man die Veränderungen im Dielektrikum durch gewisse dafür geeignete Versuche demonstrieren, sich im übrigen aber mit Hindeutungen auf das daran geknüpfte Problem begnügen müssen.

Zum Schlufs seien noch von den Thesen des Herrn Verfassers die angeführt, die sich auf den Unterricht selbst beziehen: „Die Lehre von den Kraftlinien mufs in den Anfangsgründen auf jeder höheren Schule zum mindesten experimentell und beschreibend zur Geltung kommen." — „Die einfachsten Fälle sind überall da mathematisch zu formulieren, und auch durch Construktion zu behandeln, wo der Mathematiker einen Teil seiner Unterrichtsstunden in der analytischen Geometrie diesem Gegenstande widmen kann." — „Die Lehre vom Potential, von den Dimensionen und den elektrischen Einheiten ist für jede höhere Realanstalt unentbehrlich." — „Die Zeit zur Behandlung dieser Gegenstände mufs dadurch gewonnen werden, dafs mathematische Unterrichtsstunden in den Dienst der Physik treten, und dafs man weniger wichtige Dinge ganz aus dem Physikunterricht streicht." — Über die ersten drei Thesen haben wir uns bereits im Vorausgegangenen ausgesprochen. Zur letzten These sei bemerkt: Wir stimmen dem Herrn Verfasser darin bei, dafs man, wie in der Mathematik, so auch in der Physik „die einseitige Systematik fallen lassen und an ihre Stelle eine methodische Auswahl setzen mufs, die alles Wichtige berücksichtigt, alles Unwichtige beseitigt". Aber wir kämen in Verlegenheit, sollten wir Gegenstände angeben, die zum traditionellen Bestande des Physikunterrichts gehören und die wir als unwesentlich zu

bezeichnen wagen möchten. Ein neuerlicher Versuch, Teile der Akustik als dazu geeignet zu bezeichnen, wird schwerlich ernsthaft genommen werden. Zieht man den geringen Umfang in betracht, den in neueren Lehrbüchern (nicht Schulbüchern) der Physik die Kraftlinientheorie spielt, so wird man nicht umhin können, dieser Theorie im allgemeinen eine nur knapp bemessene Ausdehnung im Unterricht zuzugestehen. *P.*

Die physikalische Nomenklatur in der Schule. In den *Unterrichtsblättern für Math. und Naturw. 1897 Nr. 4—6* hat Prof. B. Schwalbe seinen auf der Pfingstversammlung zu Danzig (diese Zeitschr. *X 269*) gehaltenen Vortrag über die physikalische Nomenklatur veröffentlicht. In dem Hauptteil des Vortrages werden die Prinzipien der Nomenklatur unter Zufügung zahlreicher Beispiele erörtert und danach die zweckmäfsigste Einrichtung einer solchen Nomenklatur besprochen. Dem Schlufsabschnitt, der die Berücksichtigung der Nomenklatur in der Schule behandelt, entnehmen wir folgende Ausführungen.

„So sehr wie der sprachliche Unterricht auf manchen Lehranstalten vorherrscht, so wenig wird . . . der ganzen Frage im allgemeinen Beachtung geschenkt. Die Lehrbücher, welche die Schüler in die Hand bekommen, enthalten entweder gar keine Bemerkungen über Wortableitungen oder nur ganz zerstreute, in Parenthese gesetzte, oder als Anmerkung hinzugefügte Andeutungen. Ob es nicht besser wäre, anstatt dieser zerstreuten Hinweise kleine Nomenklaturanhänge zu machen, die das wichtigste aus der Terminologie, soweit sie in dem Schulbuch in Anwendung gekommen ist, enthalten, soll hier nicht weiter erörtert werden. Ich glaube, ein Versuch nach dieser Seite würde sich für die Physik bei einem neu erscheinenden Schulbuche lohnen. [Ein Versuch hierzu findet sich in der Schulphysik von G. Brandt, vgl. d. Zeitschr. *X 50.*] Die jetzt in den physikalischen Lehrbüchern gegebenen Notizen sind rein willkürlich gewählt und beziehen sich meist auf griechische Ableitungen; es wird dann das griechische Wort in griechischen oder lateinischen Buchstaben, mit oder Bedeutung hinzugefügt. Vielfach wird selbst dabei nicht mit der nötigen Sorgfalt verfahren, finden sich doch oft grobe Nachlässigkeiten, die dann den Schüler irreführen, den Gegnern der Naturwissenschaften aber als Scheingründe gegen den Unterricht in diesen Wissenschaften dienen. Es bleibt daher am besten die Sache ganz in der Hand des Lehrers . . . Viele berücksichtigen die Nomenklatur überhaupt nicht oder machen einige ganz kurze Bemerkungen, die sich meist auf eine einfache Übersetzung des Wortes beziehen. Dies führt leicht zu einer anekdotenhaften Auffassung seitens der Schüler. Die Gefahr, dafs die Schüler eine beiläufig mitgeteilte Merkwürdigkeit als Hauptsache ansehen, ist deshalb nicht zu unterschätzen, weil solche Sachen (mögen sie Kuriositäten genannt werden) sich leicht behalten und als Indicien eruditionis benutzt werden können . . . Bei der Nomenklatur liegt es ähnlich, nur kommt noch hinzu, dafs die Stammwörter öfters falsch behalten werden, wodurch dann die behaltenen Ausdrücke zu Indicien der Nicht-Bildung werden.“

„In betreff der Berücksichtigung der Nomenklatur im physikalischen Unterricht möchte ich nur ganz kurz das Verfahren skizzieren, welches ich eingeschlagen habe. Im Schreibunterrichte, der fakultativ bis Obertertia ausgedehnt ist, wird das griechische Alphabet mit eingeübt (mit Bezeichnung der Buchstaben) an den bekannten Namen der Mythologie, der griechischen Geschichte und Geographie und den griechischen Worten, die bei uns eingebürgert sind (Apotheke, Bibel u. s. w.); auch werden bekannte Ausdrücke der Technik benutzt. In Untersekunda wird beim Beginn des physikalischen Unterrichts mit den Schülern besprochen, was für Wissenschaften sie überhaupt kennen gelernt haben, sie werden hierdurch auf die Benennungsweise hingeleitet, wobei sich leicht Anknüpfungen an Ausdrücke des gewöhnlichen Lebens ergeben. Die Benennung der Wissenschaften wird so den Schülern im Überblick gegeben; sie selbst werden aufgefordert, sich ein kleines Fremdwörterverzeichnis anzulegen und von Zeit zu Zeit werden die eingetragenen Worte kontrolliert. Dabei werden nachher im Unterricht gelegentlich der Betrachtung einzelner Apparate und der historischen Mitteilungen auch Notizen über die Benennung gegeben, wobei vorzüglich die Gruppierung nach den End- und Anfangssilben unter Heranziehung anderer Beispiele benutzt wird. Diese Anknüpfungen, die den Gang des Unterrichtes garnicht stören, auch möglichst jedes Anekdotenhaften entkleidet

sind, führen zugleich zu Hinweisen auf andere Wissenschaften. Die an der Anstalt gelehrten Sprachen lassen sich dabei leicht in Berührung mit Physik und anderen Naturwissenschaften bringen, und in Prima folgt auch mancher Schüler der Aufforderung, wenn sie unter Mitteilung einiger Beispiele erfolgt, die physikalischen Fachausdrücke im Englischen oder Französischen kennen zu lernen. Konnte man doch früher in dem naturwissenschaftlichen Unterricht in den Realgymnasien (Chemie 2 St. in U. II, Mechanik 2 besondere Stunden in I) so weit gehen, dafs man selbst ein physikalisches, französisches oder englisches kleines Buch (z. B. ein Heft der *Primers*) kursorisch durchnahm. Das Interesse, welches die Schüler der Sache entgegenbringen, bewirkt, wenn es von Zeit zu Zeit wieder angeregt wird und das Dagewesene wieder aufgefrischt wird, dafs wenigstens etwas Nomenklaturkenntnis erzielt werden kann. Freilich dürfen die Mitteilungen nicht zu häufig kommen, nie die Hauptsache hemmen oder gar verdunkeln oder zum Zeitvertreib benutzt werden. Die Auswahl ist auch keine ganz willkürliche, doch führt es zu weit, hier auf das Einzelne in betreff des Stoffes und der Methode einzugehen. — Wenn in allen Gebieten des Schulwissens in mafsvoller Weise die Frage berücksichtigt wird, werden auch die Schüler griechischloser resp. lateinloser Schulen dahin gelangen, dafs sie später die Frage weiter verfolgen können, wenn sie wollen, sodafs sie in der Vorbildung für das Fach auch in dieser Beziehung eine Schulung erhalten haben, die sonst vielleicht das Gymnasium mitgiebt."

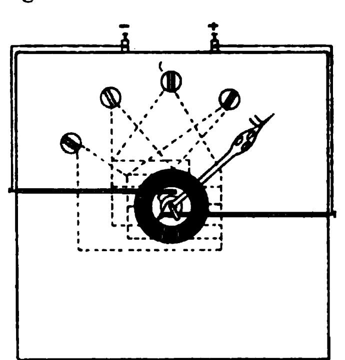
„Wenn nun auch diese, früher für so wichtig gehaltene Bildung gegenüber der Bildung durch Sachkenntnis zurücktreten mufs, und auch, wie oben bemerkt, schon deshalb nicht verlangt werden kann, weil die Kraft der Lernenden für den Wissensstoff in Anspruch genommen werden mufs, so empfiehlt es sich doch sehr, einen am Wege liegenden Nebenpfad bei dem Gange zum Ziele von Zeit zu Zeit mit zu betreten. Hilfsmittel sind genug vorhanden, und wo die Kenntnisse nicht ausreichen, da mögen die gröfseren leicht zugänglichen Hilfsmittel, und wo diese fehlen, gute lateinische, griechische u. s. w. Lexika, die oft genügend Aufschlufs geben, eintreten." Erwähnt sei im Anschlufs hieran auch das griechische Elementarbuch von B. Schwalbe, „Grundsätze des Griechischen" zur Einführung in das Verständnis der aus dem Griechischen stammenden Fremdwörter (Berlin, G. Reimer).

Das Energiegesetz im Unterricht. In der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin erinnerte Prof. E. Warburg daran, dafs am 23. Juli 1842, also vor fünfzig Jahren, H. von Helmholtz der Gesellschaft seine Arbeit über die Erhaltung der Kraft vorgetragen habe. Er wies auf die reichen Früchte hin, die seitdem die von Helmholtz dargelegten Methoden der Anwendung des Gesetzes auf allen Gebieten getragen haben, und führte dann die Worte an, die Helmholtz selber über das Gesetz geäufsert hat: „Ich habe bisher immer noch gefunden, dafs die Grundbegriffe dieses Gebietes denjenigen Personen, die nicht durch die Schule der mathematischen Mechanik gegangen sind, bei allem Eifer, aller Intelligenz und selbst bei einem ziemlich hohen Mafse naturwissenschaftlicher Kenntnisse sehr schwer fafslich erscheinen. Auch ist nicht zu verkennen, dafs es Abstrakta von ganz eigentümlicher Art sind. Ist ihr Verständnis doch selbst einem Geiste wie J. Kant nicht ohne Schwierigkeit aufgegangen, wie seine darüber gegen Leibniz geführte Polemik beweist."

Hieran knüpft Prof. Warburg die folgende Bemerkung, die ihrem Inhalt nach mit der auch in dieser Zeitschrift stets vertretenen Auffassung übereinstimmt: „Diese Worte dürften denen gegenüber, welche das Gesetz von der Erhaltung der Energie an die Spitze des physikalischen Unterrichtes stellen wollen, zu beherzigen sein. Ich wenigstens würde ein solches Verfahren für einen grofsen Fehler halten, für einen Widerspruch gegen den pädagogischen Grundsatz, nach welchem der Unterricht an Vorstellungen, welche bei dem Schüler sich vorfinden, anzuknüpfen hat. Zu diesen Vorstellungen gehört zweifellos der Begriff der Kraft, so dunkel er auch sein mag, keineswegs der Begriff der Energie. Ich glaube daher, dafs in der Mechanik die alte Darstellungsweise, bei welcher man von dem Begriff der Kraft ausgeht und den Begriff der Energie allmählich herausarbeitet, beibehalten werden sollte" (*Verh. d. Phys. Ges. zu Berlin, 1897 Nr. 60*).

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrische Signaluhr. Von Dr. W. Elsaesser. Der Apparat bezweckt die Herstellung einer einfachen, ohne grofsen Kostenaufwand zu beschaffenden Zeitsignalvorrichtung. Der Hauptteil der Vorrichtung, die sich an jeder Schwarzwälder Pendeluhr ohne wesentliche Änderungen am inneren Werk anbringen läfst, besteht aus einer quadratischen, auf der Rückseite geschwärzten, dicken Glasplatte von ca. 25 cm Seitenlänge. Diese hat in der Mitte eine kreisförmige Durchbohrung von etwa 5 cm Durchmesser und ist in einen schmalen Holzrahmen eingelegt, in dem sie durch 4 leicht drehbare Klammern festgehalten wird. Der Rahmen wird an Stelle des Zifferblattes auf das Uhrgehäuse festgeschraubt. Nahe dem Mittelrand der Glasplatte sind auf ihr im Kreise 12 gleiche trapezförmige Platin-Contaktblättchen aufgekittet, die durch schmale Streifen von isolierendem Material, den vollen Stunden entsprechend, von einander getrennt sind. An jedes Contaktstück sind ein oder mehrere Kupferdrähte angelötet, die von der Vorderseite der Glasplatte über den inneren Rand nach der Rückseite umgebogen werden. Mehr nach dem Aufsenrand der Platte, in einem Kreise von etwa 10 cm Radius angeordnet, befindet sich eine Reihe anderer schmaler Platinstreifen, deren Zahl und Stellung sich nach der Minutenzahl der zu gebenden Signale richtet. Einer Signaldauer von 10 Sekunden entspricht eine Breite von ungefähr $1^3/_4$ mm. Nach Fortnahme der beiden Uhrzeiger wird auf jede Zeigerachse ein Stück Kautschukrohr fest aufgeschoben und zwar so, dafs zwischen den Rohrstücken hinreichend Spielraum bleibt, um gegenseitige Reibung auszuschliefsen. Das äufsere Rohr ist mit einem dünnen Messingmantel umgeben, an dessen einem, in das Innere hineinragenden Ende ein schmaler Platinstreifen aufgesetzt ist, während an dem anderen Ende ein Metallzeiger (der Stundenzeiger) senkrecht gegen die Achse aufgelötet ist. An diesem Zeiger sind 2 Federn — in einem Messingfutter verschiebbar — aus weichstem Federbandstahl so angebracht, dafs sie auf den inneren Contaktstücken der Glasplatte schleifen. Die Enden der Federn sind umgebogen und tragen an der äufseren Biegungsstelle (zugleich Schleifstelle) eine Platinauflage. In das innere Rohr ist eine etwa 3 cm lange Messingachse eingesetzt, die den Minutenzeiger trägt, der an der Spitze gleichfalls mit 2 auf der Glasplatte schleifenden Federn versehen ist. (Die doppelte Zahl der schmalen Federn dient nur zur Erhöhung der Sicherheit.) Das Achsenende ragt nach vorn zu etwa 1 cm vor und ist hier mit einer dicht anschliessenden Platinhülse umgeben.



Der innere und äufsere Kranz der Contaktstücke steht durch die erwähnten Kupferdrähte in leitender Verbindung. Jedem Minutensignal entspricht auf dem äufseren Rande ein Contaktstreifen, sodafs Stromschlufs eintritt, sobald der Contaktstreifen gleichzeitig mit einer Contaktstelle des kleinen und des grofsen Zeigers in Verbindung steht. Im Gebäude des Charlottenburger Realgymnasiums, in welchem in den Corridoren 4 grofse elektrische Glocken verteilt sind, die durch einen kleinen Akkumulator gespeist werden, herrscht z. B. folgende Signalordnung:

6.50—7.05—7.55—8.00—8.50—9.05—9.55—10.00—10.50—11.05—11.55—12.05—12.50—1.00—1.50 —2.00—2.50—3.00—3.50—4.00—450—500.

Trotz der Verschiedenartigkeit der Pausen und Zeitpunkte sind doch nur 4 Paare von Streifen erforderlich, welche die für gleichartige Signale zusammengeschlossenen Leitungsdrähte aufnehmen. Es ist leicht ersichtlich, wie bei anderweitiger Verteilung der Signale die Anordnung der einzelnen Streifen erfolgen mufs. Die Einrichtung ist am Charlottenburger Realgymnasium seit fast 1 Jahr in ununterbrochenem täglichen Betrieb. Sie hat sich dort gut bewährt, der Gang der Uhr ist vollkommen gleichmäfsig und präzise und die Signalvorrichtung funktioniert pünktlich und zur vollen Zufriedenheit. Der Mechaniker P. Gebhardt-Berlin hat dieselbe zu dem verhältnismäfsig niedrigen Preise von 60 M. — einschliefslich der Pendeluhr — hergestellt (*E.T.Z., XVIII Heft 42, 1897*). *P.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Elektrische Ströme. Zehn Vorträge über die physikalischen Grundlagen der Starkstrom-Technik von Prof. E. Cohn in Strafsburg. Mit 70 Abbildungen. Leipzig, S. Hirzel, 1897. 182 S. M. 3,60.

Die Vorträge sind vor einem Kreise von Ingenieuren, Architekten und Verwaltungsbeamten gehalten und erstrecken sich nicht auf die technische Seite des Starkstrombetriebes, sondern auf die ihm zugrunde liegenden Gesetze. Sie bieten demnach eine im besten Sinn populäre Darstellung, die sich von den üblichen Einführungen in das Gebiet namentlich dadurch unterscheidet, dafs sie von einer als vorhanden vorausgesetzten Starkstromleitung ausgeht. Die zehn Vorträge behandeln der Reihe nach: Arten der Energie, Wirkungen des Stromes, Kräfte auf Stromträger im magnetischen Felde, das magnetische Feld gegebener Ströme, das Ohmsche Gesetz, Mefsinstrumente, Induktionsströme, dynamoelektrische Maschinen und Elektromotoren, Wechselstrom und Gleichstrom, Mehrphasenstrom. Methodisch interessant ist die dem Ausgangspunkt entsprechende Herleitung der Grundbegriffe für das Ohmsche Gesetz: Das Ampère wird elektrochemisch definiert, die Widerstandseinheit aus der Jouleschen Wärme, das Volt aus der Energiegleichung Watt = Ampère × Volt hergeleitet. Von der elektrolytischen Stromwirkung wird durch die Akkumulatoren der Übergang zu den galvanischen Elementen im allgemeinen gewonnen. Besondere Sorgfalt erfährt die Darstellung der Kraftlinien, deren Begriff allmählich und in durchaus exakter Behandlung für den vorliegenden Zweck ausgestaltet wird; die Vorzüge dieser Betrachtungsart treten unverkennbar in den Abschnitten hervor, wo es sich um das Verständnis wichtiger technischer Einzelheiten handelt. Bei der Erläuterung des Drehstroms wird in einer von F. Braun angegebenen Weise (vgl. d. Zeitschr. *X 193*) das Drehfeld durch die Bewegungen veranschaulicht, die ein von Kathodenstrahlen hervorgerufener Fluorescenzfleck unter der Einwirkung passend gestellter, durch Wechselstrom erregter Elektromagnete ausführt. Das Buch verdient nach dem Gesagten auch aufserhalb der Kreise, für die die Vorlesungen bestimmt waren, Beachtung. *P.*

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung. Von Prof. Dr. Gustav Holzmüller. I. Teil. Mit 287 Figuren und zahlreichen Übungsaufgaben. Leipzig, B. G. Teubner, 1897. XII und 340 S., geb. M. 5.

Das Buch ist dazu bestimmt, dem Techniker für eine grofse Zahl der von ihm gebrauchten Formeln elementare Herleitungen darzubieten, es entspricht zunächst den Bedürfnissen der technischen Fachschule, wird sich aber auch beim Studium auf der Hochschule als nützlich erweisen. Daneben ermöglicht es dem Lehrer an neunklassigen höheren Lehranstalten einen Einblick in die Fülle der Anwendungen, deren die Schulmathematik fähig ist, und bietet ihm reichlichen Übungsstoff, falls er an dieser oder jener Stelle in das hier behandelte Gebiet vordringen will. Des Verfassers methodisches Lehrbuch der Elementarmathematik in 3 Teilen ist im Kreise der Fachlehrer aufs vorteilhafteste bekannt und zeichnet sich bereits durch manche lehrreiche Excurse praktisch-technischer Art aus. An dieses Lehrbuch knüpft das vorliegende Werk mehrfach an, wie schon aus der Inhaltsübersicht erkennbar ist. Es werden behandelt: I. Schwerpunktsbestimmungen für ebene Flächen; II. Die einfachsten Trägheitsmomente ebener Flächen; III. Trägheitsmomente für die wichtigsten Querschnittsformeln des Bau- und Maschinenwesens; IV. Centrifugal- und Trägheitsmomente für beliebige Achsen; V. Einige Hülfsmittel der Elementarmathematik (Newton-Simpsonsche Regel, Schichtensummation für ganze und gebrochene Exponenten); VI. Lemniskatische Abbildung nebst Anwendungen; VII. Graphostatische Methoden zur Bestimmung von Trägheits- und Centrifugalmomenten; VIII. Schwerpunkte und statische Momente homogener Körper; IX. Trägheits- und Centrifugalmomente der wichtigsten Körper; X. Die Schwungradtheorie.

Für die Leser dieser Zeitschrift werden die physikalischen Anwendungen von besonderem Interesse sein; erwähnt seien kosmische Aufgaben über den Zusammenstofs von Weltkörpern und die Zunahme der Erddrehung infolge von Contraktion (S. 125—128), über den Angriffspunkt des Auftriebes (S. 257—60), über den Fall der Körper bei gleichzeitiger Drehung (267—71), über gleitende Reibung (274—78), über das Herabrollen auf schiefer Ebene (278—80). Der letzte Abschnitt (X) behandelt eine ganze Reihe interessanter Probleme über das Schwungrad als Arbeitsansammler und über seine regulierende Thätigkeit bei der Kurbelbewegung. Ein zweiter Band soll neben einer elementaren Kurvenlehre auch eine eingehende elementare Behandlung des Potentials enthalten. *P.*

Namenregister zu den Fortschritten der Physik. Herausgegeben von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, Bd. XXI (1865) bis XLIII (1887) unter Berücksichtigung der in den Bänden I—XX enthaltenen Autorennamen, nebst einem Sach-Ergänzungsregister. Bearbeitet von Prof. Dr. B. Schwalbe. Berlin, Georg Reimer, 1897.

Der Bearbeiter des vorliegenden Registers hat sich während der Jahre 1868 bis 1892 um die Herausgabe der Fortschritte der Physik in hohem Grade verdient gemacht. Seiner Mühewaltung und Unermüdlichkeit ist die Durchführung des Unternehmens während des genannten Zeitraums und oft unter erheblichen Schwierigkeiten zu verdanken. Mit dem fast ins Unübersehbare gesteigerten Anwachsen der Fachlitteratur haben auch die einzelnen Jahrgänge der Fortschritte immer gröfseren Umfang angenommen; voraussichtlich wird in der nächsten Zukunft schon die jährlich neu erscheinende Litteratur nur durch internationale Arbeitsteilung bewältigt werden können, wozu durch die Royal Society bereits die Anregung gegeben ist (vgl. d. Zeitschr. *IX 301*). Die Benutzung der 23 Bände, die die Jahre 1865—1887 umfassen, ist durch das erschienene Register (1. Hälfte **A—M**, 640 S.) aufserordentlich erleichtert; überdies finden sich fast auf jeder Seite Berichtigungen oder Ergänzungen zu den Einzelregistern, die den Wert dieses Gesamtregisters erhöhen und ihm den Charakter eines Controllregisters verleihen. Es wird für alle, die die Fortschritte der Physik benutzen wollen, unentbehrlich sein, auch als Hülfsmittel für die Geschichte der Physik in dem bezeichneten Zeitraum darf das Werk eine selbständige Bedeutung in Anspruch nehmen, da es über die physikalischen Arbeiten jedes einzelnen Forschers in chronologischer Folge orientiert. Möge dem verdienstlichen Werk die Anerkennung der Fachgenossen nicht fehlen. *P.*

Vorschule der Experimentalphysik. Naturlehre in elementarer Darstellung, nebst Anleitung zum Experimentieren und zur Anfertigung der Apparate. Von Prof. Dr. Adolph F. Weinhold. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 440 Holzschnitten im Text und 2 Farbentafeln. Leipzig, Quandt und Händel, 1897. 572 S. M. 10.

Die neue Auflage dieser bewährten Anleitung zum Anfangsstudium der Physik stimmt in allem Wesentlichen mit der vorhergehenden überein, doch ist die Anordnung des Stoffes geändert, indem die Wärmelehre, die früher am Ende des Buches stand, vor die Lehre von Elektrizität und Magnetismus gestellt ist. Bei letzterem sind auch die einfachsten Erscheinungsformen der Kraftlinien sowie ihr Verlauf an einem Kreisstrom und einem Solenoid dargestellt und dementsprechend ist bei der Erklärung der Induktion die Zunahme der Kraftlinien in einer Spule bei Annäherung eines Magnetpols in Betracht gezogen. Im Hinblick auf die neuerdings angestrebte Ausdehnung der praktischen Schülerübungen wird das Buch sich auch für diese als ein höchst brauchbares Hülfsmittel erweisen, um so mehr als es nach der völligen Änderung in der Einrichtung der alten Frickschen physikalischen Technik berufen ist, deren Stelle einzunehmen. *P.*

Magnetische Kraftfelder. Die Erscheinungen des Magnetismus, Elektromagnetismus und der Induktion. Dargestellt auf Grund des Kraftlinienbegriffes von H. Ebert, Prof. d. Physik a. d. Univ. Kiel. II. Teil. Mit 47 Abb. im Text u. auf einer Tafel. Leipzig, J. A. Barth, 1897. Mk. 10,—.

Der erste Teil dieses trefflichen Buches ist bereits in dieser Zeitschrift (*IX 302*) besprochen worden. Der vorliegende Teil behandelt die Erscheinungen der Induktion und die Vorgänge im freien elektromagnetischen Felde.

Ebert stellt zunächst durch eine Reihe von Versuchen die Grunderscheinungen der Induktion lediglich qualitativ fest und leitet dann durch energetische Betrachtungen die quantitativen Beziehungen her. Dabei zeigt sich, dafs die Einführung des Kraftlinienbegriffs die einfachste, übersichtlichste und vollständigste Beschreibung der Induktionserscheinungen ermöglicht. Im Anschlufs hieran erläutert der Verfasser durch Modelle die wichtigsten Generatoren und Transformatoren der elektrischen Energie und bespricht dabei auch kurz die mehrphasigen Wechselströme und die elektrische Kraftübertragung. An der Hand der Helmholtzschen Zykelntheorie veranschaulicht er dann die Begriffe der Selbstinduktion und der wechselseitigen Induktion, die Verwandlung der elektromagnetischen Feldenergie in Wärme und die Erscheinungen des Gleich- und Wechselstroms.

In dem Abschnitt, der den Erscheinungen im freien elektromagnetischen Felde gewidmet ist, behandelt Ebert zunächst die Wanderung und Ansammlung der Feldenergie bei geschlossenen und ungeschlossenen Strömen und die elektrischen Schwingungen. Er entwickelt dann möglichst unmittelbar aus den Erfahrungsthatsachen den Kern der Maxwellschen Theorie, das wichtige System der allgemeinen Feldgleichungen, führt diese Gleichungen in die Hertzsche Form über und wendet sie auf die elektro-optischen Erscheinungen an. Von dem gewonnenen Bilde der Vorgänge in magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen Kraftfeldern wird in den Schlufskapiteln, indem die mechanischen Bestandteile mehr und mehr wieder verflüchtigt werden, zu jener von besonderen Voraussetzungen freien Phänomenologie fortgeschritten, die auf den mechanischen Gleichungen Lagranges beruht, aber erst in jüngster Zeit durch Maxwell, Helmholtz, Boltzmann und vor allen Hertz als Lehre von den allgemeinen Feldzuständen und Zustandsänderungen folgerichtig entwickelt und ausgebaut worden ist.

„Es ist interessant zu sehen, wie bei allen vier Forschern die Vorstellungen zu den verborgenen zyklischen Bewegungen hindrängen, wobei namentlich bei Hertz eine immer weitergehende Befreiung von den oft etwas grobsinnlichen (*somewhat awkward*, wie Maxwell selbst bekennt) spezielleren mechanischen Bildern eintritt, welche allerdings besonders in Maxwells Hand einen ungeheuren heuristischen Dienst geleistet hatten und bei Weiterforschungen auch immer wieder leisten werden."

In dem letzten Abschnitt benutzt Ebert naturgemäfs analytische Hilfsmittel in gröfserem Umfang. Er stellt indessen auch hier die Thatsachen immer voran und veranschaulicht und erläutert vor den Beweisen die Bedeutung der abzuleitenden Formeln und Sätze. Der Hinweis auf einfache Beispiele und Anwendungen gestattet auch dem Leser, der nicht überall in die Einzelheiten des mathematischen Beweises eindringt, dem Geiste der neuen Entwicklung zu folgen. Völlig überflüssig wäre es, die Fachgenossen auf den hervorragenden Wert des vorliegenden Werkes noch besonders hinzuweisen. Ist es doch die beste wissenschaftliche Rüstkammer für die Entscheidung der jetzt im Vordergrunde stehenden methodischen Frage, wie und in welchem Umfang der Kraftlinienbegriff in dem physikalischen Unterricht der verschiedenen höheren Lehranstalten zu verwerten sei. *Hahn-Machenheimer.*

Physikalisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden von Eilhard Wiedemann und Hermann Ebert. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 316 eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1897. XXV und 490 S. M. 9. geb. M. 10.

Die dritte Auflage dieses Werkes weist wieder eine Reihe von Veränderungen auf, die beweisen, dafs die Verfasser unermüdlich bestrebt sind, die Verwendbarkeit ihres Leitfadens zu erhöhen. In die Einleitung wurden Abschnitte über Aufstellung und Prüfung physikalischer Gesetze, über die Dimensionen physikalischer Gröfsen und über graphische Darstellung aufgenommen. In den Abschnitt über Capillarität kamen zur Bestimmung der Capillaritäts-Constante a durch Steighöhen bei benetzenden Flüssigkeiten noch der Nachweis und die Messung der Oberflächenspannung, die Bestimmung von a durch Steighöhen bei nicht benetzenden Flüssigkeiten, ferner aus der Gestalt von Tropfen und Blasen, endlich aus der Zahl der Tropfen hinzu. Neben der Bestimmung der Schwingungszahl mit Hülfe des Quincke'schen Apparates wurde auch die graphische Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel angegeben. In dem einleitenden Kapitel der Optik wurden Bemerkungen über die Definition der Spektra eingeschaltet und durch eine schöne Abbildung erläutert. Bei der Bestimmung des Brechungsindex wurde das Totalreflektometer von Pulfrich berücksichtigt. Neu ist auch ein Absatz über die Drehung der Polarisationsebene durch Salzlösungen.

Die meisten Zusätze finden sich bei der Elektrizitätslehre. Neben den Gyrotropen von Pohl und Rühmkorff wurde ein ganz einfacher Stromwender angegeben. Bei den Galvanometern wurden die Instrumente von Quincke und von Deprez-d'Arsonval, die Verwendung des Nebenschlusses und die Verwendung der Galvanometer als Ampèremeter und Voltmeter aufgenommen. Das Ohmsche Gesetz wurde viel eingehender behandelt als in den vorigen Auflagen. Ganz neu ist ein Abschnitt über die Bestimmung der Dielektrizitäts-Constante. Die Abschnitte über Magnetismus, Elektrodynamik und Induktion erfuhren eine fast vollständige Umarbeitung und bedeutende Vermehrung.

Mit Rücksicht darauf, dafs das Buch vielfach von Solchen benutzt wird, deren mathematische Kenntnisse Lücken aufweisen, wurde aufser den Anweisungen für Logarithmenrechnen und den Andeutungen über die trigonometrischen Funktionen noch eine Reihe von mathematischen Formeln (Flächen- und Körperberechnungen, Darstellung von Zahlen durch Potenzen von 10) zusammengestellt. Überdies ist ein Abschnitt, der praktische Winke über Löthen, Glasbehandlung, Quecksilberreinigung u. dergl. enthält, beigefügt worden. Da aber auf 3 Seiten doch nur das Allernotwendigste gebracht werden kann, so wäre hier ein Hinweis auf ausführlichere Handbücher, z. B. auf die ausgezeichnete Anweisung zum Glasblasen von Ebert, nicht unpassend gewesen.

Weggelassen wurde die Bestimmung der spezifischen Wärme mit dem Eiscalorimeter, die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und des Molekularvolumens der Flüssigkeiten beim Siedepunkte, das Elektrometer von Hankel, für welches das Capillarelektrometer aufgenommen wurde, und der Nachweis von Thermoströmen zwischen verschiedenen Stellen derselben Substanz; dafür wurde ein Abschnitt über die thermoelektromotorische Kraft in absolutem Mafse eingesetzt.

Auch das Register erfuhr mannigfache Änderungen, die geringfügig scheinen mögen, aber die Übersicht des Inhaltes bedeutend erleichtern. Sehr dankenswert sind auch die Zusätze zu den Angaben der Apparate, Utensilien etc., die zur Ausführung der Versuche notwendig sind. Manches, was dem flüchtigen Blicke vielleicht eine unwesentliche Kleinigkeit ist, wird bei der Ausführung ein wichtiges Hülfsmittel.

Referent hat das Buch sowohl zu eigenen Arbeiten als auch zu (freiwilligen) Übungen der Schüler des Obergymnasiums, die er sehr anregend und fruchtbringend fand, benutzt und dabei reichliche Gelegenheit gefunden, sich von der Gediegenheit und Brauchbarkeit dieses Praktikums zu überzeugen. *Haas (Wien).*

Jahrbuch der Elektrochemie. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1896. Unter Mitwirkung der Herren Prof. Dr. K. Elbs (Giefsen) und Prof. Dr. F. W. Küster (Göttingen) im wissenschaftlichen Teile bearbeitet von Dr. W. Nernst, Prof. in Göttingen, im technischen Teile bearbeitet von Dr. W. Borchers. III. Jahrgang, 359 S. Halle a. S., Wilhelm Knapp 1897.

Die Elektrolyse hat sich in den letzten Jahren zu einem besonderen fast selbständigen Wissenszweig der Physik entwickelt und durch die immer zunehmende Anwendung und Technik an Umfang bedeutend gewonnen. Wenn nun auch der Zusammenhang mit dem gesamten Wissensgebiete der Physik aufrecht erhalten werden mufs, und die Überblicke über die Gesamtwissenschaft, wie sie die Fortschritte der Physik geben, unentbehrlich bleiben, so ist es für den Spezialisten ein Bedürfnis, möglichst schnell und möglichst compakt das Wichtigste aus seinem Fache zugänglich zu haben. Es ist daher auch in diesem Jahresbericht die Form der Übersicht und nicht die der Einzelberichte gewählt, wie aus dem Inhalt hervorgeht.

I. Wissenschaftliche Elektrochemie S. 3—74: Allgemeines; Elektrolytische Leitfähigkeit und Dissociationen; Theorie der galvanischen Stromerzeugung; Polarisation und Elektrolyse; elektrochemische Messkunde (von W. Nernst); Dielektrische Messungen, Elektroanalyse (von Küster). II. Angewandte Elektrochemie. A. Erzeugung elektrischer Energie S. 75—113 (von K. Elbs): Mechanische Verbesserungen, Elektroden, Elektrolyte, Trockenelemente, Leitungen galvanischer Elemente, Kohleelemente, Patentliste. — B. Akkumulatoren S. 114—162 (von K. Elbs): Bleiakkumulatoren, Nichtbleiakkumulatoren, Patentliste. — Elektromagnetische Aufbereitung S. 162—185; Elektrochemische Apparate und Methoden S. 185—208 (von W. Borchers). — Metalle S. 208—253: Spezielle Metallurgie: Alkali-, Erdmetalle, Edel-Erz-Metalle (Cu, Zn, Cd, Hg, Sn etc.). — Untersuchungen und Vorschläge allgemeinen Charakters (Metallbearbeitung, Galvanoplastik etc.): Anorganische Verbindungen, S. 254—289: Carbide, Silicide, Boride, Säuren und Salze, Alkali und Chlorindustrie etc. — Organische Verbindungen (von K. Elbs) S. 289—327: Elektrolyte organischer Verbindungen etc. — Bleichen und Desinficiren, S. 327—333. — Empfehlenswerte Veröffentlichungen S. 334—336. — Alphabetisches Register (Autoren-Register) S. 337—359.

Es ist zu hoffen, dafs die Beteiligung der Fachleute das dankenswerte Unternehmen unterstützt; auch mag auf die Encyklopädie der Elektrochemie, die in demselben Verlage erschienen ist, (Primärelemente von H. S. Eberhart und P. Schoop, Sekundärelemente von P. Schoop, Elektrolyse als Hilfsmittel der analytischen Chemie (Dr. B. Neumann) unsere Kenntnis von der Elektrolyse organischer Verbindungen von Löb etc., hingewiesen werden. *Schw.*

Roscoe-Schorlemmers Lehrbuch der anorganischen Chemie von Sir Henry E. Roscoe und Dr. Alexander Classen. II. Band. Dritte gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn 1897. 962 S.

Bei dem immer mehr anwachsenden Stoff in den einzelnen Naturwissenschaften besteht für die Handbücher die Gefahr, dafs sie schnell veralten und nicht mehr ein Bild von dem geben, was als bleibend neu in die Wissenschaft aufgenommen ist. Dazu kommt noch, dafs bei Darstellung der Wissenschaften, welche mit der Technik in naher Beziehung und Wechselwirkung stehen, wie Physik und Chemie, auch dieser Entwicklung Rechnung getragen werden mufs. Für die Chemie ist durch das Erscheinen so vortrefflicher Hilfsmittel, wie das vorliegende, jene Gefahr bedeutend vermindert. Der Band enthält die Chemie der Metalle und berücksichtigt die Technik so weit, wie es für den Unterricht an höheren Lehranstalten erforderlich ist. Da nun die neueren Methoden der Metallgewinnung, die Feuerungsanlagen und elektrolytischen Verfahren berücksichtigt sind (Aluminium, Eisen), indem gleichzeitig die historische Entwicklung festgehalten ist, giebt das Werk dem Lehrer der Chemie ein vortreffliches Hilfsmittel in die Hand, um selbst das, was die gewöhnlichen Schullehrbücher oft an veraltetem Material bringen, durch Weiterführung bis zur Gegenwart zu vervollständigen, ohne dafs er auf die ausgedehnten technologischen Werke oder Fachjournale zurückzugehen brauchte, wozu ihm indes durch litterarische Hinweise überdies der Weg geebnet ist. Dazu sind die neuesten Thatsachen in ausreichendem Mafse, ohne dafs eine Überfülle von Stoffanhäufung gegeben ist, berücksichtigt, und die Ausstattung ist, wie man es bei den Werken dieser Verlagshandlung gewohnt ist, in jeder Beziehung (Tafeln, Abbildungen und Text) eine sehr gute. — Das Erscheinen dieser dritten Auflage zeigt, wie brauchbar und empfehlenswert das Werk ist. *Schw.*

Entwickelung, Bau und Betrieb der elektrischen Öfen zur Gewinnung von Metallen, Carbiden und anderen metallurgisch wichtigen Produkten. Von W. Borchers. Bd. 9 der Encyklopädie der Elektrochemie. Halle a. S. W. Knapp. 64 S.

Die kleine Schrift ist ein unveränderter Abdruck einer Reihe von Aufsätzen, welche der Verf. im 3. Bande der in demselben Verlag erscheinenden Zeitschrift für Elektrochemie veröffentlicht hat. Der Inhalt jener Aufsätze hat nur durch die Beschreibung der zur Calciumcarbidgewinnung dienenden Öfen der amerikanischen Calciumcarbidgesellschaft, sowie der zu dem gleichen Zwecke bestimmten Öfen von Tenner und Bullier eine kleine Erweiterung erfahren. Bei der aufserordentlich grofsen Anzahl von Ofenconstruktionen, welche teils zur Reduktion, teils zum Schmelzen von Metallen, teils endlich zur Herstellung von Metallcarbiden und -siliciden bestimmt sind, ist es ein dankenswertes Unternehmen, eine nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnete Zusammenstellung derselben zu geben. Der Verf. benutzt die sich von selbst ergebende Einteilung in Öfen, bei denen eine Erhitzung infolge eines dem Strome entgegengesetzten Leitungswiderstandes stattfindet, und in solche bei denen der zwischen den Elektroden erzeugte Lichtbogen die Erhitzung bewirkt, wobei dann im allgemeinen die einzelnen Öfen in der zeitlichen Reihenfolge ihres Entstehens aufgezählt werden, sodafs der Leser auf diese Weise einen Einblick in die historische Entwickelung dieses Teiles der Elektrotechnik erhält. Für den Lehrer der Chemie erhält die Schrift ihren Wert dadurch, dafs sie ihm einerseits eine genaue Beschreibung von gewissen Ofenconstruktionen giebt, die er im Unterricht erwähnen mufs, wie das z. B. bei den Öfen von Cowles und Héroult, die zur Gewinnung von Aluminium und seiner Legierungen verwendet werden, oder bei dem von der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. zum Schmelzen und Destillieren von Metallen dienenden Öfen der Fall ist, und dadurch, dafs sie ihm andererseits Fingerzeige bei der Auswahl von Öfen geben kann, die er selbst für Unterrichtsversuche zu benutzen gedenkt; bei der heute fast überall gegebenen Möglichkeit eines Anschlusses an das Stromnetz eines Elektrizitätswerkes erscheint die allgemeinere Verwendung höher gespannter Ströme für diesen Zweck nur als eine Frage der Zeit. Von besonderem Werte sind in dieser Beziehung auch die am Schlufs gegebenen Tabellen, welche die Länge des Lichtbogens in ihrer Abhängigkeit von den Faktoren der elektrischen Energie darstellen. Zahlreiche gute Abbildungen erhöhen die Brauchbarkeit des Buches. *Böttger.*

Quantitative Analyse durch Elektrolyse. Von Alexander Classen. 4. umgearb. Aufl. Unter Mitwirkung von Dr. W. Löb. Mit 74 Textabbildungen und 6 Tafeln. Berlin, J. Springer, 1897. M. 8,00.

Die neue Auflage des verbreiteten Werkes hat eine nicht unerhebliche Umarbeitung erfahren, wie es bei den schnellen Fortschritten auf dem Gebiet der Elektrochemie und der quantitativen Elektroanalyse insbesondere nicht anders zu erwarten war. Zunächst ist in der ersten Abteilung, dem „Allgemeinen Teil“ (S. 1—147) ein theoretischer Abschnitt einleitungsweise eingefügt worden, in dem die neueren theoretischen Ansichten über die elektrolytischen Vorgänge eine kurzgefafste aber anschauliche Darstellung finden. Es wird hier besonders die Ionentheorie, das Faradaysche und Ohmsche Gesetz behandelt und die Bedeutung der Spannung und der Stromintensität für die praktische Elektrolyse klargelegt (S. 6—20). Der „Bestimmung der Stromgröfsen“ ist gemäfs ihrer Wichtigkeit in der Praxis der quantitativen Elektrolyse ein eigener Abschnitt (S. 21—37) gewidmet, in dem aufser den gebräuchlichen Mefsapparaten auch die neueren Construktionen, so das Quadrantenelektrometer von Nernst und Dolezalek (vgl. d. Ztschr. *X 33*) mit aufgeführt sind. Gerade in diesem und den folgenden Abschnitten, „Stromquellen“ und „Einrichtungen zur Elektrolyse“, worin die ehemalige und die jetzige Einrichtung des elektrochemischen Institutes der Technischen Hochschule zu Aachen eingehend erläutert wird, sind viele Bereicherungen hinzugekommen, wie denn auch die Zahl der Abbildungen von 43 und 1 Tafel in der früheren Auflage auf die oben im Titel vermerkte gestiegen ist.

Als Stromquelle für elektrolytische Versuche empfiehlt Verfasser durchaus die Akkumulatoren und wendet sich von neuem polemisch gegen Rüdorffs Empfehlung der Meidinger-Elemente (Ztschr. f. angew. Chemie 1892, S. 3). Da die hier sich anschliefsenden technischen Angaben von allgemeinerem Interesse sind, so sei einiges hier mitgeteilt. Der Verf. benutzt im elektrochemischen Laboratorium der genannten Hochschule seit 1888 vier grofse Akkumulatoren nach Prof. Farbaky und Scheneck (*Dinglers polyt. Journ. 257, 357; Ztschr. f. Elektrot.* 1886, Bericht von A. v. Waltenhofen). Das Totalgewicht eines solchen Akkumulators ist 35 kg, die wirksame Fläche der Elektroden 3133 qcm, der innere Widerstand nur 0,0166 bis 0,017 Ohm; sie können mit 20 bis 50 A. geladen werden und geben beim Entladen mit 23, 30, 40 und 60 A. bezw. 150, 148, 140 und 125 Stunden-Ampères, ohne dafs die Polspannung um mehr als 10 % abnimmt. Unter gewissen Umständen vermag ein solcher Akkumulator über 250 Stunden-Ampères abzugeben. Die Ladung erfolgt durch eine Dynamomaschine. Die Frage

der Brauchbarkeit der Meidinger-Elemente wurde im Classenschen Laboratorium durch eine längere Versuchsreihe von Thomälen (*Chemiker-Ztg.* 1894, No. 292, 71) dahin entschieden, dafs ein exaktes Arbeiten unmöglich ist, sofern man sich mit der Zahl der Elemente als Mafs für die Stromstärke begnügt. Hier kommen hauptsächlich als Fehlerquellen in Betracht schlechte Contakte und die Inconstanz des Widerstandes der Elemente, von dem gerade die Stromstärke abhängig ist. Im ganzen werden die Meidinger-Elemente nicht für alle Arbeiten verworfen, doch überall die grofsen Vorzüge der Akkumulatoren in helles Licht gesetzt. Übrigens verwerfen Nissenson und Rüst (Ztschr. für anorg. Ch. 1892, Heft 15) die Meidinger-Elemente vollständig und ziehen die Akkumulatoren auch für den technischen Betrieb jeder primären galvanischen Stromquelle vor.

Im speziellen Teil, der in die beiden Abschnitte „Quantitative Bestimmung der Metalle" (S. 148 bis 203) und „Trennung der Metalle" (S. 204—242) zerfällt, giebt Verfasser hauptsächlich nur seine eigenen Methoden, doch ist bei jedem Metall bezw. jeder Trennung die Litteratur über die anderen Methoden vorangestellt. Wir müssen uns versagen, auf die Vorzüge der Methoden des Verfassers im einzelnen einzugehen. Besonderen Wert erhält diese zweite Abteilung durch die Einfügung bestimmter Angaben über Elektrodenspannung, Stromintensität und Zersetzungsspannung, wie sie vom Verfasser unter Mitwirkung seiner Assistenten ermittelt wurden. Es handelt sich hier insbesondere um die Weiterführung der Arbeiten Kilianis, der zuerst auf die Wichtigkeit der Spannung für elektrolytische Trennungen hinwies, sowie Le Blancs, der für eine gröfsere Zahl von Salzen, Säuren und Basen die Werte der Zersetzungsspannung bestimmte, ferner Freudenbergs, der, an Le Blanc anknüpfend, die Trennung von Metallen nur durch Variation der Spannung weiter durchführte. Welche Bedeutung die quantitative Elektrolyse allmählich für die Praxis gewinnt, geht aus einer Mitteilung des Verfassers (S. 70) hervor, wonach sich diese Analyse besonders für die rasche und genaue Bestimmung der in Erzen enthaltenen Metalle eignet, sodafs z. B. in dem Laboratorium eines der gröfsten Hüttenwerke des Rheinlandes jährlich etwa 3000 Elektrolysen ausgeführt werden, welche u. a. auch für den Ankauf angebotener Erze des Auslandes ausschlaggebend sind. — Das Buch dürfte sich für jeden, der sich mit der Elektrolyse praktisch beschäftigt, als unentbehrlich erweisen. *O. Ohmann.*

Versammlungen und Vereine.

Naturwissenschaftlicher Ferienkursus zu Berlin vom 29. September bis 9. Oktober 1897.

Zu dem diesmal im Herbst unter der Leitung der Direktoren Schwalbe und Vogel abgehaltenen Berliner Ferienkursus waren nicht weniger als 41 Kollegen aus den verschiedensten Teilen Preufsens versammelt, denen sich bei den meisten Vorlesungen noch eine gröfsere Anzahl von hiesigen, nicht einberufenen Herren zugesellte. Über die in das physikalisch-chemische Lehrgebiet fallenden Veranstaltungen möge hier kurz berichtet werden, damit auch diejenigen Herren Kollegen, welche bisher dem Ferienkursus noch ferngestanden, ersehen können, welch reiche Fülle von Anregung die Beteiligung an den durch die Munificenz des Herrn Ministers zu einer ständigen Einrichtung erhobenen und von den beiden Leitern mit aufopfernder Sorgfalt vorbereiteten Darbietungen eines Ferienkursus gewährt.

Die Methodik des Unterrichts findet zunächst naturgemäfs bei jedem derartigen Kursus eine besondere Berücksichtigung. So zeigte Direktor Dr. Vogel in dem Eröffnungsvortrag „über die Bedeutung der geschichtlichen Erkenntnis beim physikalischen Unterricht" an einzelnen, glücklich gewählten Beispielen aus der Mechanik und Wärmelehre, in wie hohem Grade der Bildungswert dieses Unterrichts erhöht werden kann, wenn die Schüler zu einem Verständnis der historischen Entwicklung bahnbrechender Gedanken und der dabei zu überwinden gewesenen Schwierigkeiten hingeleitet werden. — Direktor Dr. Schwalbe hatte die überaus reichen Sammlungen seiner Anstalt, die namentlich über die historische Vervollkommnung gewisser Apparate einen trefflichen Überblick gewährten, in systematischer Anordnung zusammengestellt (s. u.); das Studium dieser Ausstellung, welche durch eine mit vieler Sorgfalt ausgewählte Zusammenstellung von neueren Apparaten unserer bekanntesten Berliner Mechaniker ergänzt wurde, füllte die Pausen der Vorlesungen in nutzbringender Weise aus. Ein Teil der besonders instruktiven Apparate wurde von Herrn Direktor Schwalbe im Betriebe vorgeführt, namentlich wies derselbe dabei auf die Möglichkeit hin, im physikalisch-chemischen Unterricht auch wichtige geologische Vorgänge durch einfache Experimente dem Verständnis der Schüler zu erschliefsen.

Prof. Dr. Szymanski gab in drei fast zweistündigen Experimentalvorträgen eine besonders beifällig aufgenommene Auswahl von Versuchen aus der Elektrizitätslehre. Ein Teil dieser durchweg originellen und lehrreichen Versuchsanordnungen ging über das Bedürfnis der höheren Lehranstalten hinaus, bot aber sämtlichen Zuhörern vielfache Anregung, es seien hier z. B. nur die Versuche über Impedanz erwähnt. Ein anderer Teil der Versuche, z. B. diejenigen über Induktionsströme, darf als

den Lesern dieser Zeitschrift bekannt angesehen werden. Von den zahlreichen sonstigen, für die Schule höchst wertvollen Vorführungen mögen die folgenden erwähnt sein: Um das Verständnis der Grundbegriffe des Galvanismus zu erleichtern, empfiehlt es sich sehr, immer wieder auf die Analogie mit strömendem Wasser hinzuweisen. In einem aus Glasröhren zusammengesetzten Apparat wurde diese Analogie höchst anschaulich vorgeführt. Durch eine von einem Motor bewegte, kleine Turbine wurde in zwei communizierenden Gefässen eine Niveaudifferenz hergestellt, welche der Klemmenspannung am galvanischen Element entspricht. In einem zweiten Verbindungsrohr, dem Schliefsungsdraht, wurde alsdann durch eingesetzte Manometerrohre die gleichmäfsige Abnahme des Druckes gezeigt, die jedoch sofort in eine ungleichmäfsige übergeht, wenn das Verbindungsrohr in verschiedenen Teilen ungleich weit ist und dadurch der Strömung verschiedenen Widerstand entgegensetzt. Auch die Verzweigungsgesetze wurden durch entsprechende Anordnungen demonstriert und mittels eines einfachen Stromanzeigers (d. Zeitschr. *II 272*) das vollständige Analogon der Wheatstoneschen Brücke hergestellt. — Die Bestätigung der am Wasserstrom gewonnenen Erkenntnisse lieferte nun zunächst der Abflufs von Reibungselektrizität. Ein langer Holzstab ist mit der Elektrisiermaschine in Verbindung gesetzt. Mittels Kolbescher Elektrometer erkennt man alsdann, wie sich die Elektrizität in diesem schlechten Leiter langsam ausbreitet, um schliefslich überall gleiche Spannung herzustellen (d. Zeitschr. *I 184*). Sobald nun das Ende des Stabes zur Erde abgeleitet wird, erkennt man an den Elektrometern die successive Abnahme der Spannung bis auf Null. Der Spannungsabfall des galvanischen Stromes wird mittels einer durch das Galvanometer geführten Abzweigung untersucht (d. Zeitschr. a. a. O.), gleicher Abstand der abgeleiteten Punkte ergiebt gleichen Ausschlag am Galvanometer. Es ergiebt sich aus derartigen Versuchen ohne Schwierigkeit das Ohmsche Gesetz, auch können dieselben sofort zur Poggendorffschen Compensationsmethode für die Messung der elektromotorischen Kraft hinleiten, bei welcher die zu vergleichenden Elemente bekanntlich stromlos bleiben, was für die Normalelemente von Clark und Weston erforderlich ist. — Die Verschiedenheit der Temperaturcoëfficienten des Widerstandes wurde an einem aus Nickelin, Kupfer und Eisen zusammengesetzten Draht gezeigt. Das Nickelin gerät infolge seines gröfseren Widerstandes durch einen starken Strom zuerst ins Glühen, bald glüht aber auch das Eisen und dieses leuchtet schliefslich viel stärker als das Nickelin, da sein Widerstand bei hoher Temperatur wesentlich gröfser ist, während Nickelin einen sehr kleinen Temperaturcoëfficienten besitzt. — An eine Erläuterung verschiedener Galvanometer, z. B. des jetzt viel gebrauchten d'Arsonvalschen knüpfte sich die Besprechung der Aronschen Elektrizitätszähler. Ein einfaches Modell eines solchen war aus einem Metronom mit Eisengewicht und untergesetzter Drahtspule hergestellt. — Als Beispiel unmittelbarer Anwendung des Starkstroms wurde das elektrische Schweifsen und Löten, sowie das Härten bestimmter Stellen demonstriert. — Die Vorteile der Transformation in hochgespannten Strom bei Fernleitungen wurden mit Hilfe zweier Induktionsapparate an einer Glühlampe gezeigt. An Stelle einer Fernleitung wurde ein Widerstand von 100 Ohm benutzt, nach dessen Einschaltung die Glühlampe bei niedrig gespanntem Strom nicht mehr leuchtet. Leitet man jedoch den hochgespannten, induzierten Strom des ersten Induktionsapparats durch den Widerstand und dann in die sekundäre Spule des zweiten Induktors, so leuchtet die Lampe, wenn sie in die primäre Spule des letzteren eingeschaltet wird. Dieselbe Stromquelle bringt jetzt also die Lampe trotz der Fernleitung mit Hilfe des Transformationsprinzips zum Leuchten. — Zum Nachweis der magnetischen Grundgesetze bedient sich Prof. Szymanski mehrerer gleichartiger, langer Magnetstäbe, bei denen man die Wirkung des entfernteren Poles ohne merklichen Fehler vernachlässigen darf; eine Combination mehrerer solcher Stäbe gestattet dann, neben der Abhängigkeit der Wirkung von der Entfernung auch die Bedeutung der Menge des Magnetismus klarzustellen. — Grofses Gewicht wurde alsdann auf das Verständnis magnetischer Kraftfelder gelegt. Ein Drehfeld läfst sich z. B. in recht einfacher Weise durch zwei Magnete herstellen, die einer Magnetnadel abwechselnd genähert resp. entfernt und alsdann umgedreht werden. Die Nadel kann dadurch in Drehung versetzt werden. Das Vorhandensein des Drehfeldes bei einem Mehrphasenstrommotor wurde durch in das Feld gebrachte Nägel und Eisenfeilspähne demonstriert, die im Drehfeld einen lebhaften Tanz vollführen. Zur Erklärung der Entstehung des Drehfeldes gebraucht Prof. Szymanski ein höchst sinnreiches Modell, welches die Drehung der resultierenden Kraftrichtung für zwei- oder dreiphasigen Strom sehr anschaulich vor Augen führt, dessen Construktion jedoch mit wenigen Worten nicht gut zu beschreiben ist. — Als Vorbereitung für die Hertzschen Versuche ist es nötig, dem Schüler die Auflösung des Entladungsfunkens in eine oscillierende Entladung zu zeigen. Zu diesem Zweck wurde der Funke durch Schleifcontakte auf einer durch einen Motor in schnelle Umdrehung versetzten Scheibe hervorgerufen, wobei er sich deutlich in eine Reihe von Einzelfunken auflöst, während bei Einschaltung einer nassen Schnur nur ein verbreiterter, einfacher Funken erkannt werden kann. Dafs die schnell aufeinander folgenden Entladungen,

aus denen sich ein Funke zusammengesetzt zeigt, einem Wechselstrom entsprechen, läfst sich nach Paalzow durch Anwendung einer Geifslerschen Röhre zeigen, in der beim Durchgange der Entladung einer Leydener Flasche an beiden Elektroden das Glimmlicht entsteht. — Im Anschlufs an diese Versuche wurde dann die ganze Reihe der Hertzschen Versuche durchgeführt, indem als Empfänger teils die Rubensschen Thermoelemente, teils die Branlyschen Cohärer benutzt wurden. [Eine genauere Beschreibung dieser Versuche wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.]

Die aktuelle Telegraphie ohne Draht nach Marconis Anordnung wurde sowohl von Professor Szymanski, als auch von Herrn Mechaniker Ernecke in einer für die Schule geeigneten Form demonstriert, der Vorführung des letzteren Herrn schlossen sich noch glänzende Tesla-Versuche und Röntgen-Durchleuchtungen an.

Zu den rein-wissenschaftlichen Vorlesungen gehörten zwei optische Lektionen von Prof. Dr. Lummer. Derselbe experimentierte zunächst mit seinem neu konstruierten, aus Platinblech von 0,001 mm Dicke bestehenden Bolometer. Mit demselben wurde die Absorption der dunklen Wärmestrahlen durch Wasser und die sehr geringe Energie der Lichtstrahlen irdischer Lichtquellen gezeigt, auch wurde das Vorhandensein von Strahlen von der Wellenlänge 50 μ im Lichte des Zirkonbrenners nach Rubens' Methode mehrmaliger Reflexion am Quarz constatiert. — Nachdem sodann die Strahlungsgesetze von Kirchhoff, Stefan, Boltzmann und Wien besprochen waren, wurde die Verwirklichung eines absolut schwarzen Körpers durch Benutzung inwendig spiegelnder Hohlkörper demonstriert. Die zweite Vorlesung beschäftigte sich mit der Photometrie, wobei der Lummer-Brodhunsche „ideale Fettfleck“ eine wichtige Rolle spielte. Die Schwierigkeit der Definition einer normalen Lichteinheit wurde erörtert, Lummer schlägt dafür die Helligkeit eines Platinblechs in demjenigen Glühzustande vor, bei welchem die von einem Wasserkasten durchgelassene Strahlung ein Zehntel der Gesamtstrahlung ist. Schliefslich wurden die verschiedenen, im Gebrauch befindlichen Lichtquellen bis zur Schülke'schen Acetylenlampe und der Ebertschen Luminescenzlampe besprochen.

Prof. H. W. Vogel führte in zwei Vorlesungen in die Grundlage der Photographie ein und besprach dabei die verschiedenen, auf die Photographie sich stützenden vervielfältigenden Künste, sowie die Methoden der Sensibilisierung der photographischen Platte für bestimmte Farben und die Anfänge der Lösung des Problems der farbigen Photographie.

Unsere jetzige, allerdings noch immer recht lückenhafte Kenntnis vom Erdmagnetismus wurde vom Direktor des erdmagnetischen Observatoriums in Potsdam, Professor Dr. Eschenhagen, in zwei Stunden vorgetragen. Namentlich wurde dabei auf die demnächst beginnende magnetische Landesaufnahme Bezug genommen und als Beispiel derselben die magnetische Untersuchung des Harzes durch den Vortragenden etwas näher besprochen.

„Aus der Stereochemie“ betitelten sich zwei Vorlesungen, welche der Begründer dieses Zweiges der Chemie, Prof. van 't Hoff, in seinem Institut abhielt. Der Inhalt der Vorlesungen ist in dieser Zeitschrift an anderer Stelle (vgl. S. 23) von dem Vortragenden selbst ausführlich mitgeteilt.

Schliefslich seien noch die geologischen Vorträge erwähnt, in welchen Herr Prof. Dames ein anschauliches Bild der neueren Anschauungen über Gebirgsbildung in Anlehnung an Suess' Antlitz der Erde entwickelte. An diese Vorträge schlossen sich Exkursionen in die Rixdorfer und Britzer Sandgruben, sowie in die Thongruben von Glindow bei Werder an. Aufserdem wurde im Anschlufs an die Vorlesungen von Prof. Lummer die physikalisch-technische Reichsanstalt, und im Anschlufs an die Vorträge von Prof. Eschenhagen das meteorologische Institut in Potsdam besichtigt. Endlich fanden noch Besuche der Berliner Elektrizitätswerke und des Treptower Riesenfernrohrs statt. Der Schlufs des Kursus, der aufser den hier besprochenen Vorlesungen auch anregende Belehrung auf botanischem und geographischem Gebiete bot, erfolgte bei einem gemeinsam in Wildpark eingenommenen Festmahl nach der geologischen Exkursion durch Direktor Dr. Schwalbe.

Koerber.

Im Anschlusse an den Ferienkursus war im Dorotheenstädtischen Realgymnasium eine Ausstellung naturwissenschaftlicher Lehrmittel veranstaltet. In der physikalischen und chemischen Abteilung der Ausstellung hatten 20 Firmen eine äufserst reichhaltige Sammlung von Apparaten sowohl für den Unterricht wie zur wissenschaftlichen Forschung zur Schau gebracht. Die Ausstellungen der einzelnen Firmen wichen insofern beträchtlich von einander ab, als die einen nur Apparate, welche nach Erfindung und Construktion neu, beziehungsweise ihr Eigentum waren, vorgeführt hatten, während die anderen daneben auch eine grofse Anzahl von Apparaten der herkömmlichen Form ausgestellt hatten.

Bieling (Steglitz, Florastrafse 2) hatte ein Sonometer (eigener Construktion) ausgestellt, in welchem die Schwingungen einer Deckglasplatte in einer bisher noch nicht erreichten Weise auf eine Zeigerwelle übertragen werden. Der Apparat, der eine aufserordentliche Empfindlichkeit aufwies, ist

voraussichtlich geeignet, den Weg zu einer Messung der Tonstärke zu bahnen und erklärt manche Erscheinungen am Phonographen.

Bohne (Berlin S., Prinzenstr. 90) brachte Holosteric-Barometer, Aneroid-Barographen und Metallthermographen zur Ausstellung, darunter ein Holosteric-Barometer für Schulen (40 M.), das unter einer Glasglocke hermetisch abgeschlossen und mit einem nach dem abgeschlossenen Raum führenden Gummischlauch nebst Mundstück versehen ist. Durch Hineinblasen und Saugen kann man das Steigen oder Fallen des Barometers zeigen. Besonders anregend dürften die Aneroid-Barographen und Metallthermographen sein (95 und 120 M.), die mit 8 Tage gehendem Uhrwerk versehen sind, zumal wenn sie den Schülern zur täglichen Beobachtung zugänglich gemacht werden. Die einzelne Beobachtung des Barometerstandes reizt den Schüler wenig und bleibt für ihn tot, aber die anschauliche Darstellung in der Kurve des Barogramms wird sein Interesse immer fesseln, besonders wenn er an meteorologisch-interessanten Tagen auf die überall zugänglichen Wetterkarten hingewiesen wird.

Bussenius (S.W., Oranienstr. 122): Funkeninduktoren in allen Gröfsen, Bäder für galvanischen Niederschlag von Cu und Ni, Modelle von Dynamomaschinen, ferner Modelle, welche übersichtlich auf je ein Brett montiert eine Fernsprechanlage, eine elektrische Contaktfernthermometeranlage und einen elektrischen Wasserstandsanzeiger für Max.- und Minimalstand in Betrieb zeigten.

Ernecke (S.W., Königgrätzerstr. 112) hatte aus seinem bedeutenden Lager eine sehr grofse Zahl von Apparaten aus allen Gebieten der Physik ausgestellt. Zum Teil waren dieselben zusammengestellt nach dem Normalverzeichnis des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften (d. Zeitschr. *IX 179*).

Fuess (Steglitz, Düntherstr. 7—8): Ein einfaches Kathetometer, ein Heliostat für Schulen (d. Zeitschr. *IX 157*), ein Lupenmikroskop für direkte Beobachtung und für Photographie (zur Anfertigung von Photogrammen nach mikroskopischen Präparaten sehr zu empfehlen), ein Demonstrationsmikroskop für den mineralogisch-petrographischen Unterricht und neue Federquetschhähne (d. Zeitschr. *X 215*).

Gebhardt (C., Neue Schönhauserstr. 6): Ein grofser Blasetisch für 9 Pfeifen, ein Apparat zum Mariotteschen Gesetz nach E. Schulze, Ampèresche Gestelle nach Dr. Raps für Strom von 8 und von 20 Ampère (der Contakt wird nicht durch Quecksilber hergestellt, sondern durch Rädchen, welche auf einer Metallfläche rollen).

Görs (SW., Hagelsbergerstr. 5) hatte ausgestellt Flächenbolometer nach Lummer-Kurlbaum und zwar ein einfaches mit zwei Zweigen (Gitterstreifen 2 mm breit und 0,001 mm dick) und eins mit 4 Zweigen combiniert mit einer Ausgleichbrücke mit Quecksilbercontakt (in Thätigkeit unter Benutzung eines Szymańskischen Galvanometers), ferner hochempfindliche Wasserwagen.

Heele (O., Grüner Weg 104): Optische Bank, Spektralapparate, Taschenspektroskope nach Browning und Vogel, sowie eigener Construktion, darunter sehr gute Geradsichtsspektroskope zum Preise von 14 bis 18 M., bei denen der vorn am Rohr befestigte Spalt mit einer Glasplatte vor Staub geschützt ist, sodafs das Spektrum stets rein und ohne Querlinien erscheint. Besonderes Interesse fand ein Differentialapparat zur Messung der Ausdehnung fester Körper, in den ein Eisenstab und ein Stab aus „immunem“ Stahl (Krupp) eingespannt waren; der immune Stahl zeigte einen linearen Ausdehnungscoëfficienten von ungefähr ein Siebzehntel des Ausdehnungscoëfficienten des Eisens. Die Ausdehnung des immunen Stahls ist bei mäfsiger Erwärmung eine so geringe, dafs Pendel zu astronomischen Uhren aus immunem Stahl keiner Compensation bedürfen. Neu war ferner der Luftgewichtsmesser nach Dr. Salomon, ein dem Aneroid ähnliches Thermo-Baroskop, welches direkt das Gewicht eines Kubikmeters Luft anzeigt. Der Apparat enthielt daneben noch eine besondere Teilung für artilleristische Zwecke.

Herbst (O., Krautstr. 26a) hatte ebenfalls eine sehr reichhaltige Sammlung von Apparaten aus verschiedenen Gebieten ausgestellt. Erwähnt seien Heinzesche Brenner für einfarbiges Licht, Brenner für sensitive Flammen nach Schwalbe, Apparate für Spiegelung und Brechung des Lichts nach Szymański, eine Projektionslampe für Gasglühlicht, Linsenstative, eine offene Lippenpfeife (C = 130,5 Schwingungen) zur Sichtbarmachung der Knotenpunkte der Obertöne nach Szymański, Szymańskis Ventil nebst Manometer zum Nachweis der Knotenpunkte in Lippenpfeifen, Elektroskope zum Voltaschen Fundamentalversuch, desgl. für objektive Darstellung nach Szymański, M. Koppes Apparat zu Versuchen über das Trägheitsmoment, Wasserpresse nach Oerstedt und Magnus, zugleich zur Verflüssigung von Gasen durch Druck verwendbar.

Keiser und Schmidt (N., Johannisstr. 20) boten eine auserlesene Sammlung von Apparaten aus ihrem Spezialarbeitsgebiet (Galvanismus) dar: Funkeninduktoren, die grösseren (von 15 cm Funkenlänge aufwärts) mit auswechselbarem Unterbrecher, so dafs man sie nach Bedarf mit Platin- oder Deprezunterbrecher oder mit Quecksilberwippe arbeiten lassen kann oder mit dem neuen rotierenden

Quecksilberunterbrecher für schnelle Unterbrechungen, Spiegelgalvanometer nach Szymański, eine Universalmessbrücke und Stöpselrheostate mit Präzisionswiderständen, Ampère- und Voltmeter, eine Dynamomaschine (Handbetrieb) für Gleichstrom und dreiphasigen Wechselstrom.

Leppin und Masche (SO., Engel-Ufer 17) stellten aus eine Sammlung von Apparaten für praktische Schülerübungen nach Stewart und Gees Practical Physics.

Meckel (NO., Kaiserstr. 35): Projektionsapparate für Zirkon-, Kalk- und Petroleumlicht. Bei letzteren liegt der Reflektor aufserhalb der Leuchtkammer, so dafs er nicht so leicht dem Verderben ausgesetzt ist. Die Brenner für Kalklicht sind entweder für Knallgas oder für Sauerstoff-Leuchtgas eingerichtet und gestatten die Verwendung von Kalkstücken in beliebiger Form. Für Schulen, denen weder elektrischer Strom noch Leuchtgas zur Verfügung steht, dürfte sich zur Erzeugung von Kalklicht die ausgestellte Benzin-Sauerstofflampe empfehlen. Dieselbe ist ganz gefahrlos, da der Benzinbehälter durch ein längeres Zuleitungsrohr, in dem sich ein Docht zum Aufsaugen des Benzins befindet, vom Brenner getrennt ist.

Niehls (N., Schönhauser Allee 168 a): Ein Breguetsches Metallthermometer mit einer für den Unterricht sehr zweckmäfsig eingerichteten Skala, von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüfte Thermometer, darunter ein Minimumthermometer herabreichend bis — 120°, hochgradige Thermometer bis 550° reichend (mit CO_2 unter Druck gefüllt, Borosilikatglas, Skala nach gesetzlich geschütztem Verfahren eingebrannt), Fadenthermometer nach Dr. Mahlke (langgestrecktes Gefäfs, Correktionsskala), Siedethermometer, Psychrometer, ein Heberbarometer (an einem beweglichen Arm befestigt, Teilung auf Glas, der Hahn durch den Zug einer elastischen Feder, deren Befestigung sich im Küken befindet, festgehalten), einen Trockenapparat für Gase nach Pernet, Gaswaschflaschen mit sternförmig angeordneter Einströmungsröhre. Besonders erwähnt sei noch die Härteskala für Glas nach Niehls, die jedem, der sich mit Glasbläserei befafst, von höchstem Nutzen ist.

Rohrbeck (NW., Karlstr. 24): Apparate für den Unterricht in der Chemie: Hempelscher Ofen zur Demonstration von Hüttenprozessen, Apparat zur Darstellung reiner Gase nach Finkener, zur Chlorentwicklung nach Norblad, zur Entwicklung von Sauerstoff aus Wasserstoffsuperoxyd, zur Darstellung der Farbenreaktionen durch H_2S. Patent-Energie-Kühlapparat (Liebigscher Kühler, bei dem innerhalb des Gasrohres sich noch ein Kühlrohr befindet).

Schieck (SW., Halleschestr. 14): Schulmikroskope (Vergröfserung bis 600 mal 85 M., bis 200 mal 60 M., bis 150 mal 30 M.).

G. A. Schultze (SO., Köpnickerstr. 128): Fernthermometer, System Prof. Dr. Mönnich (in Betrieb).

Vofs (NO., Pallisadenstr. 20): Influenzelektrisiermaschinen in verschiedener Gröfse und Ausstattung, und eine Reihe von Hilfsapparaten zu Versuchen über statische Elektrizität.

Warmbrunn Quilitz und Co. (C., Rosenthalerstr. 40): Elektrischer Schmelzofen nach Röfsler, Poroskop nach Christiani, Variometer nach v. Hefner-Alteneck. Billige Glashähne (mit der von Niehls zuerst benutzten Sicherung durch Conus und Gummiring), Absorptionskästen.

Wehrsen (SO., Brücken-Allee 10 b): Influenzelektrisiermaschinen mit Glas- und Hartgummischeiben, Apparate zur statischen Elektrizität. X-Strahlphotographie eines erwachsenen Menschen.

Georg Winkelmanns Buchhandlung (W., Oberwallstr. 14—16): Physikalische und technologische Wandtafeln. *R. Heyne.*

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 14. Juni 1897. Herr K. Geissler führte seine neue Wellenmaschine vor (vgl. d. Zeitschr. *X 283*). — Derselbe setzte dann sein Verfahren beim ersten chemischen Unterricht auseinander.

Sitzung am 23. August 1897. Herr Fordemann erstattete einen Bericht über den 2. Frankfurter Ferienkursus, in dem er eingehend die Vorlesungen des Herrn Prof. Dr. Epstein über die Elemnete der elektrischen Arbeitsübertragung, die elektro-technischen Übungen und den Besuch des Frankfurter Wasserwerks, der Gold- und Silberscheideanstalt und der Höchster Farbwerke schilderte. Vgl. d. Zeitschr. *X 209. Naturw. Wochenschrift XII No. 29—31.* In der sich anschliefsenden Besprechung wurde von einer Seite gewarnt, sich zu einseitig mit der Elektrizität und ihren Anwendungen zu beschäftigen, und zugleich auf den Wert von Versuchen mit calorischen Maschinen hingewiesen; von anderer Seite hingegen wurde betont, dafs es für den Lehrer notwendig sei, in derartigen Übungen den Gebrauch des Starkstroms praktisch kennen zu lernen. Hinsichtlich der hierbei aufgeworfenen Frage, ob man das Ohmsche Gesetz in der Form $i = e/w$ oder $iw = e$ aussprechen solle, war man allgemein der Ansicht, dafs aus den verschiedensten Gründen der ersten Form der

Vorzug gebühre und dafs nur für gewisse praktische Zwecke auch die zweite Form angewendet werden könne. — Herr B. Schwalbe machte einige Mitteilungen über den nächsten Berliner Ferienkursus und die damit verbundene Apparatenausstellung.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Physikalische Apparate für praktische Schülerübungen.

Die Firma Leppin und Masche in Berlin (S.O., Engelufer 17) fertigt seit Jahren die in *Practical Physics* von B. Stewart und H. Gee beschriebenen Schülerapparate für englische Schulen an und hat soeben ein Preisverzeichnis dieser Apparate herausgegeben, um sie auch inländischen Schulen zugängig zu machen. Eine ausführliche Beschreibung davon findet der deutsche Leser in der Übersetzung des genannten Buches von Dr. K. Noack (Berlin bei Julius Springer). Auch in dem Preisverzeichnis sind die Versuche, die sich mit den einzelnen Apparaten anstellen lassen, kurz zusammengestellt. Eine Anzahl dieser Apparate wird in zwei Ausführungen angefertigt, einer einfachen mit lackierten Holzteilen und auf Papier gedruckten Mafsstäben und einer besseren mit fein polierten Holzteilen (meist Nufsbaumholz) und Skalen auf Buchsbaum oder Messing (versilbert) sowie mit eleganter bearbeiteten Metallteilen. Die Brauchbarkeit ist bei beiden Qualitäten gleich und für die in Frage kommenden Versuche vollkommen ausreichend.

Die Apparate, 76 an der Zahl, entsprechen folgenden Abschnitten des Leitfadens: Elektrisierung durch Reibung und Leitung. — Elektrisierung durch Induction. — Elektrophor. — Faradaysche Versuche. — Wirkung einer leitenden Umhüllung. — Potentialversuche am Elektrometer. — Condensator. — Magnetische Grundversuche. — Magnetisches Feld. — Magnetischer Meridian. — Gesetz der umgekehrten Quadrate, magnetische Kurven, Kraftlinien. — Bestimmung der Inclination. — Wirkung eines Magneten auf einen andern. — Magnetschwingungen. — Bestimmung von H und M. — Vergleichsmagnetometer. — Probierstiftmethode zur Bestimmung der Verteilung der magnetischen Kraft längs eines Magneten. — Grundversuche zur Berührungselektrizität. — Galvanische Verkupferung. — Galvanoskop. — Spiegelgalvanometer. — Vergleichung elektromotorischer Kräfte. — Beweis des Ohmschen Gesetzes. — Tangentenbussole. — Messung von Widerständen. — Quadrantenelektrometer. Angeschlossen ist ein Verzeichnis von Vorrichtungen für vorbereitende Messungen (Mafsstäbe, Lochmafse, Schraubleeren, Sphärometer u. dgl.), sowie von Werkzeugen. Die Preise sind durchweg mäfsig, z. B. für ein Schwingungsmagnetometer M. 13 (II. Qual. 7,50), Spiegelgalvanometer M. 25 (17,50), Wheatstonesche Brücke M. 20 (7,50), Quadrantenelektrometer M. 35 (25). Für gering dotierte Lehranstalten empfehlen sich die Apparate auch zur Benutzung beim Unterricht.

Anleitung zum Gebrauch der astronomischen Tafel für 1898.

Die Karte I stellt die Sterne erster bis vierter Gröfse nördlich und südlich von der Ekliptik bis zu 30° Breite dar. Je ein Grad des Kugelumfanges, nach Länge oder Breite, ist durch eine Strecke von 1 mm dargestellt. Die Örter der Sonne sind in die Sternkarte selbst eingezeichnet, der Monatstag ist unmittelbar hinzugefügt, der Name des Monats findet sich am unteren Rande der Karte. Es bedeutet 0 I den 31. Dezember des vorgehenden, 32 XII den 1. Januar des folgenden Jahres.

Die Bahnen der Planeten mufsten in besondere Wiederholungen der mittleren Zone des Hauptnetzes (Karte III bis VI) gezeichnet werden. Es wird leicht sein, jeden Ort eines Planeten senkrecht aufwärts in den identischen Ort der Sternkarte zu verschieben. Das Zeitintervall der auf den Bahnen hervorgehobenen Punkte beträgt 8 Tage für Sonne, Merkur und Venus, 16 Tage für Mars, 32 Tage für Jupiter und Saturn. Bei den äufsersten Planeten, Uranus und Neptun, sind nur die Stillstandspunkte hervorgehoben.

Die Karte VII stellt den Mondlauf für einen siderischen Monat aus der Mitte des Jahres (11. Juni bis 8. Juli) von Tag zu Tag dar. Dabei sind die Gesetze der elliptischen Bewegung des Mondes um die Erde beachtet worden. Wird diese Bahn angenähert für das ganze Jahr benutzt, so kann der Mond in ungünstigen Fällen in seiner Bahn 4° von dem für die Stunde angegebenen Punkt entfernt stehen. Soll z. B. der Ort für den 20. Mai 0^h bestimmt werden, so sind, seit dem Beginn des siderischen Monats am 15. Mai 7^h (d. h. nach bürgerlicher Rechnung 15. Mai 7^h abends), $4^d\ 17^h$ verflossen. Der Mond steht also zwischen den Punkten (4) und (5) nahe den Plejaden in 60° Länge. Da die Sonne in seiner Nähe steht, so ist Neumond.

Die Karten II und II^a dienen dazu, den inneren Teil des Tierkreisgürtels, in welchem die Planeten und der Mond sich bewegen, auf den Äquator zu beziehen und die auf die tägliche

Drehung bezüglichen Fragen für die Polhöhe von Berlin (52° 31′) und von Wien (48° 13′) zu beantworten. Die am unteren Rande der Karten mit 1^h, 2^h ... 24^h bezeichneten schrägen Linien geben eine bestimmte Rektascension α an, oder auch, nach Sternzeit, den Zeitpunkt der Culmination der Gestirne. Die Parallelkreise zum Äquator erscheinen, wie dieser selbst, als wellenförmige Linien und sind nicht für gleiche Stufen der Deklination, sondern so gezogen, dafs für die angenommene geographische Breite der halbe Tagesbogen ($^1/_2\,T$) der in ihnen stehenden Sterne um je $^1/_2{}^h$ variiert.

Um z. B. die Aufgangszeit (A), Culminationszeit (C) und Untergangszeit (U) von Antares oder α im Skorpion für Wien am 23. April zu finden, bestimmt man sie zunächst nach Sternzeit, giltig für jeden Tag. Überträgt man den Ort des Sternes aus Karte (I) in (II^a), so findet man $\alpha = 16^h\,22^m$, $^1/_2\,T = 3^h\,45^m$, folglich nach Sternzeit $A = \alpha - {}^1/_2\,T = 12^h\,37^m$, $C = \alpha = 16^h\,22^m$, $U = \alpha + {}^1/_2\,T = 20^h\,7^m$.

Zugleich ist für den Ort der Sonne am 23. April $\alpha' = 2^h\,5^m$, d. h. die Sternzeit geht am 23. April gegen wahre Sonnenzeit um $2^h\,5^m$ vor, ferner $^1/_2\,T' = 6^h\,58^m$. Es ist also, nach wahrer Sonnenzeit, Sonnenaufgang um $24^h - 6^h\,58^m = 17^h\,2^m$, Sonnenuntergang um $6^h\,58^m$.

Um für den Antares die oben angegebenen Sternzeiten in wahre Sonnenzeit zu verwandeln, hat man α' zu subtrahieren: $A = \alpha - \alpha' - {}^1/_2 T = 10^h\,32^m$, $C = \alpha - \alpha' = 14^h\,17^m$, $U = \alpha - \alpha' + {}^1/_2 T = 18^h\,2^m$.

Die Karte I enthält noch eine Kurve, deren Ordinate z die Zeitgleichung für die Sonnenlänge als Abscisse darstellt. Dabei ist 1^{mm} als 1^{min} zu rechnen. So ist am 10. Februar die Zeitgleichung $= 15^{min}$, am 23. April $= -2^{min}$. Sie ist der Angabe eines Zeitpunktes nach wahrer Sonnenzeit hinzuzufügen, um ihn in mittlerer Sonnenzeit zu erhalten. Seit der Einführung der Mittel-Europäischen Zeit ist aufserdem noch deren Fehler d zu den Zeitangaben zu addieren, um sie mit den ortsüblichen Uhren vergleichen zu können. Für Berlin ist $d = 6^{min}$, für Wien $d = -5^{min}$. Im ganzen sind daher die obigen Angaben um $z + d = -2^{min} - 5^{min} = -7^{min}$ zu vermehren, um für Wien nach *MEZ* zu erhalten: $A = 10^h\,25^m$, $C = 14^h\,10^m$, $U = 17^h\,55^m$. Hierbei ist aber die Wirkung der Refraktion noch nicht berücksichtigt.

Aus den folgenden Tabellen ist zu dem halben Tagesbogen ($^1/_2\,T$) eines Gestirnes für die Polhöhe von Berlin und die von Wien zu entnehmen: die Deklination $= \delta$, die Morgen- oder Abendweite $= w$ (nördlich +, südlich —), die Verfrühung des Aufganges oder Verspätung des Unterganges durch die Refraktion $= \varrho$, endlich $\Delta(^1/_2\,T)$ und Δw, d. h. die Änderungen, die $^1/_2\,T$ und w für einen bestimmten Stern erleiden, wenn die geographische Breite φ des Beobachtungsortes um 1° wächst. Wo + und — zur Wahl steht, bezieht sich das obere Zeichen auf die obere Reihe der Werte von $^1/_2\,T$.

Berlin $^1/_2\,T$	$6^h\,0^m$	$6^h\,30^m$ / $5^h\,30^m$	$7^h\,0^m$ / $5^h\,0^m$	$7^h\,30^m$ / $4^h\,30^m$	$8^h\,0^m$ / $4^h\,0^m$	$8^h\,30^m$ / $3^h\,30^m$	$9^h\,0^m$ / $3^h\,0^m$	$9^h\,30^m$ / $2^h\,30^m$
δ ±	0°	6°	11°	16°	21°	25°	28°	31°
w ±	0°	9°	19°	28°	36°	44°	52°	59°
ϱ	4^m	4^m	4^m	4^m	5^m	5^m	6^m	7^m
$\Delta(^1/_2 T)$ ±	0^m	1^m	2^m	3^m	5^m	6^m	8^m	11^m
Δw ±	0°	0°	0°	1°	1°	1°	2°	2°

Wien $^1/_2\,T$	$6^h\,0^m$	$6^h\,30^m$ / $5^h\,30^m$	$7^h\,0^m$ / $5^h\,0^m$	$7^h\,30^m$ / $4^h\,30^m$	$8^h\,0^m$ / $4^h\,0^m$	$8^h\,30^m$ / $3^h\,30^m$	$9^h\,0^m$ / $3^h\,0^m$
δ ±	0°	7°	13°	19°	24°	29°	32°
w ±	0°	10°	20°	29°	38°	46°	53°
ϱ	4^m	4^m	4^m	4^m	4^m	5^m	5^m
$\Delta(^1/_2 T)$ ±	0^m	1^m	2^m	3^m	5^m	6^m	8^m
Δw ±	0°	0°	0°	1°	1°	1°	2°

Berücksichtigt man hiernach die Refraktion $\varrho = 5^{min}$, so wird definitiv für den Antares am 23. April für Wien

$$\left.\begin{aligned} A &= (\alpha - \alpha' + z + d) - (^1/_2\,T + \varrho) = 10^h\,20^m \\ C &= (\alpha - \alpha' + z + d) = 14^h\,10^m \\ U &= (\alpha - \alpha' + z + d) + (^1/_2\,T + \varrho) = 18^h\,0^m \end{aligned}\right\}\ (MEZ)$$

Der Stern geht auf im Abstande $w = -42^\circ$ vom Ostpunkt, zwischen Osten und Süden, er hat die Deklination $\delta = -26^\circ$ und culminiert in der Höhe $H = 90^\circ - \varphi + \delta = 42^\circ - 26^\circ = 16^\circ$.

Ähnlich erhält man für die Sonne am 23. April mit Rücksicht auf die Refraktion $\varrho' = 4^{\text{min}}$

$$A = 24^h + z + d - (\tfrac{1}{2}T' + \varrho') = 16^h\ 51^m$$
$$C = 24^h + z + d = 23^h\ 53^m$$
$$U = z + d + (\tfrac{1}{2}T' + \varrho') = 6^h\ 55^m$$

die Morgenwerte $w = +20^\circ$, die Deklination $\delta = 13^\circ$, die Culminationshöhe $H = 55^\circ$.

Im folgenden sind noch 3 Beispiele für Berlin aufgeführt:

Ort, Zeit	Stern	$\frac{1}{2}T$	α	ϱ	z	d	A	C	U	w	δ	H
Berlin 23. April	☉	$7^h\ 8^m$	$2^h\ 5^m$	4^m	-2^m	6^m	$16^h\ 52^m$	$0^h\ 4^m$	$7^h\ 16^m$	21°	13°	51°
„	Antares	$3^h\ 16^m$	$16^h\ 22^m$	5^m	„	„	$11^h\ 0^m$	$14^h\ 21^m$	$17^h\ 42^m$	−48°	−26°	12°
„	♃	$6^h\ 3^m$	$12^h\ 10^m$	4^m	„	„	$4^h\ 2^m$	$10^h\ 9^m$	$16^h\ 16^m$	1°	1°	38°

Die Kurven $(\frac{1}{2}T)$ und (α) in Karte II bilden ein Netz, das aus rechteckigen Maschen besteht. Durchläuft man aneinanderstofsende Diagonalen immer in der Richtung von rechts unten nach links oben, was an einigen Stellen der Karte durch die gestrichelten Linien (A) angedeutet ist, so nimmt längs jeder Diagonale α und $\frac{1}{2}T$ um 30^m zu, daher bleibt die Aufgangszeit $A = \alpha - \frac{1}{2}T$ für die durchlaufene Linie constant, diese giebt also, in Karte I übertragen, am Fixstern-Himmel solche Punkte an, die zugleich aufgehen, d. h. sie giebt für die Sternzeit $(\alpha - \frac{1}{2}T)$ die Spur des östlichen Horizonts am Himmel an. Die Karte II ermöglicht daher, die Stellung der gerade aufgehenden Sternbilder gegen den Horizont zu bestimmen, z. B. zeigt sie, dafs die Verbindungslinie von Castor und Pollux beim Aufgange der Zwillinge fast vertikal steht. Zieht man dagegen Trajektorien durch das Netz, welche überall die Richtung der von links unten nach rechts oben gehenden Diagonalen haben, wie es durch die gestrichelten Linien (U) angedeutet ist, so bleibt längs derselben die Untergangszeit $U = \alpha + \frac{1}{2}T$ ungeändert, sie deuten also die Lage des Horizonts zu den gerade untergehenden Sternbildern an.

Legt man durch den Ort der Sonne für einen bestimmten Tag die Trajektorien (A) und (U), so bilden diese am Fixsternhimmel vier Winkelräume, der linke enthält die Abendsterne, der rechte die Morgensterne, der obere solche Gestirne, die am Morgen und am Abend zu sehen sind, der untere solche, die erst nach der Sonne auf-, vor ihr untergehen, also an dem betreffenden Tage des Sonnenscheins wegen unsichtbar bleiben.

Werden durch einen Stern des Tierkreisgürtels die Linien (A) und (U) bis an die Ekliptik gezogen, so findet man dort die Tage, wo jener mit der Sonne zugleich auf- oder untergeht, d. h. die Zeiten seines kosmischen Auf- und Unterganges. Für Sterne südlich der Ekliptik fällt der kosmische Aufgang später als der Untergang, in der Zwischenzeit zwischen beiden Tagen ist der Stern nur bei Sonnenschein über dem Horizont, er bleibt also für eine längere Zeit des Jahres unsichtbar. Für Sterne nördlich der Ekliptik geht der Tag des kosmischen Aufgangs dem des Untergangs voran, zwischen beiden Tagen zieht die Sonne auf der Ekliptik im Süden des Sterns vorüber, dieser selbst ist morgens vor Sonnenaufgang, abends nach Sonnenuntergang sichtbar. Man hat die Meinung aufgestellt, dafs die Bezeichnung *perenne sidus*, die man bei Ovid findet, bei solchen Sternen ganz wörtlich bedeutet, dafs sie das ganze Jahr hindurch in jeder Nacht gesehen werden können [1]).

Die Karte VIII zeigt in doppeltem Mafsstabe, wie die unteren Planeten um die Sonne gleich Trabanten hin- und herlaufen. Die uns näheren Teile der Bahn, auf denen die untere Conjunktion stattfindet und die relative Geschwindigkeit der Planeten sehr grofs ist, sind stark ausgezogen. Merkur wird im Maximum der Elongation dreimal als Abendstern sichtbar sein, am besten um den 10. April. Venus erreicht als Abendstern ihren gröfsten Glanz gegen Ende des Oktober.

M. Koppe.

---

[1]) S. Harder, Progr. d. Luisenstädt. Gymn. zu Berlin, 1893, Astrognostische Bemerkungen zu den römischen Dichtern S. 17. Freilich ist man überrascht, dass eine solche Genauigkeit der Beschreibung bei einem Dichter angenommen wird, der in der Fahrt des Phaethon mit dem Sonnenwagen die jährliche und tägliche Bewegung der Sonne durcheinanderwirft. Sollte wirklich *perenne* sich nicht auch als Beiwort in dem Sinne von *aeternum* bei Sternen finden, die südlich von der Ekliptik stehen?

Himmelserscheinungen im Februar und März 1898.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

Monatstag	Februar					März							
	4	9	14	19	24	1	6	11	16	21	26	31	
Helio-centrische Längen.	227°	241	255	269	283	298	315	334	355	20	49	80	☿
	309	317	325	333	341	349	357	5	13	21	29	37	♀
	136	141	146	151	156	161	166	171	176	181	186	191	♁
	281	284	287	290	293	296	299	303	306	309	312	315	♂
	182	182	182	183	183	184	184	184	185	185	185	186	♃
	245	246	246	246	246	246	246	247	247	247	247	247	♄
Aufst. Knoten.	296	296	295	295	295	295	294	294	294	294	293	293	☾
Mittl. Länge.	112	178	244	310	376	82	148	214	279	345	51	117	☾
Geo-centrische Rekt-ascensionen.	111	202	238	315	17	81	144	206	282	349	40	115	☾
	293	300	307	315	323	331	339	348	357	6	14	23	☿
	316	322	328	334	340	346	352	358	3	9	15	20	♀
	318	323	328	333	338	342	347	352	356	1	5	10	☉
	297	301	305	309	313	317	321	325	329	333	336	340	♂
	190	190	189	189	189	188	188	187	187	186	186	185	♃
	249	250	250	250	250	251	251	251	251	251	251	251	♄
Geo-centrische Dekli-nationen.	+ 23	— 1	— 25	— 15	+ 13	+ 26	+ 12	— 16	— 24	— 0	+ 23	+ 21	☾
	— 22	— 21	— 20	— 19	— 17	— 14	— 11	— 7	— 3	+ 2	+ 6	+ 11	☿
	— 18	— 16	— 14	— 12	— 10	— 8	— 5	— 3	— 1	+ 3	+ 5	+ 8	♀
	— 16	— 15	— 13	— 11	— 9	— 7	— 6	— 4	— 2	+ 0	+ 2	+ 4	☉
	— 22	— 21	— 20	— 20	— 19	— 17	— 16	— 15	— 14	— 13	— 11	— 10	♂
	— 3	— 3	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	— 1	— 1	— 1	— 1	— 0	♃
	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	♄
Aufgang.	19^{h}37^m	19.28	19.18	19.8	18.57	18.46	18.35	18.23	18.12	18.0	17.48	17.36	☉
	2^{h}23^m	8.44	15.33	18.44	19.59	23.2	3.49	10.36	16.1	17.33	19.19	24.13	☾
Untergang.	4^{h}50^m	4.59	5.9	5.19	5.28	5.37	5.47	5.56	6.4	6.13	6.22	6.31	☉
	18^{h}55^m	20.12	22.29	3.49	10.32	15.51	17.52	19.14	24.3	5.35	11.49	15.21	☾
Zeitglchg.	+14^m 10^s	+14.26	+14.22	+ 14.0	+13.22	+12.29	+11.23	+ 10.6	+ 8.43	+ 7.14	+ 5.43	+ 4.11	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Februar	6	7^h	24^m	Vollmond	März	7	22^h	29^m	Vollmond
	13	13	35	Letztes Viertel		14	4		Mond in Erdnähe
	16	20		Mond in Erdnähe		14	20	48	Letztes Viertel
	20	8	41	Neumond		21	21	37	Neumond
	28	0	13	Erstes Viertel		28	14		Mond in Erdferne
	28	18		Mond in Erdferne		29	20	40	Erstes Viertel

		☿	♀	♂	♃	♄
Aufgang der Planeten.	Febr. 14	18^{h}42^m	19.29	18.36	9.9	14.55
	März 16	18. 22	18.33	17.31	6.53	13.2
Untergang der Planeten.	Febr. 14	3. 0	5.1	2.52	20.51	23.11
	März 16	5. 58	6.41	3.9	18.48	21.16

Constellationen. Februar 4 14^h ♀ im Aphel; 10 11^h ♃ ☌ ☾; 11 7^h ☿ ☌ ☾; 14 7^h ☿ im Aphel; 14 18^h ♄ ☌ ☾; 15 11^h ♀ obere ☌ ☉, wird Abendstern; 18 14^h ♂ ☌ ☾; 19 0^h ☿ ☌ ☾; 20 14^h ♀ ☌ ☾. — März 2 1^h ♄ □ ☉; 9 14^h ♃ ☌ ☾; 13 17^h *α* Scorpii ☌ ☾, Bedeckung; 14 1^h ♄ ☌ ☾; 16 5^h ☿ obere ☌ ☉, wird Abendstern; 19 14^h ♂ ☌ ☾; 20 3^h ☉ im Widderzeichen, Frühlings-Nachtgleiche; 21 9^h ♄ stationär; 22 15^h ☿ ☌ ☾; 22 20^h ♀ ☌ ☾; 25 13^h ♃ ☍ ☉; 26 3^h ☿ ☌ ♀; 30 6^h ☿ im Perihel.

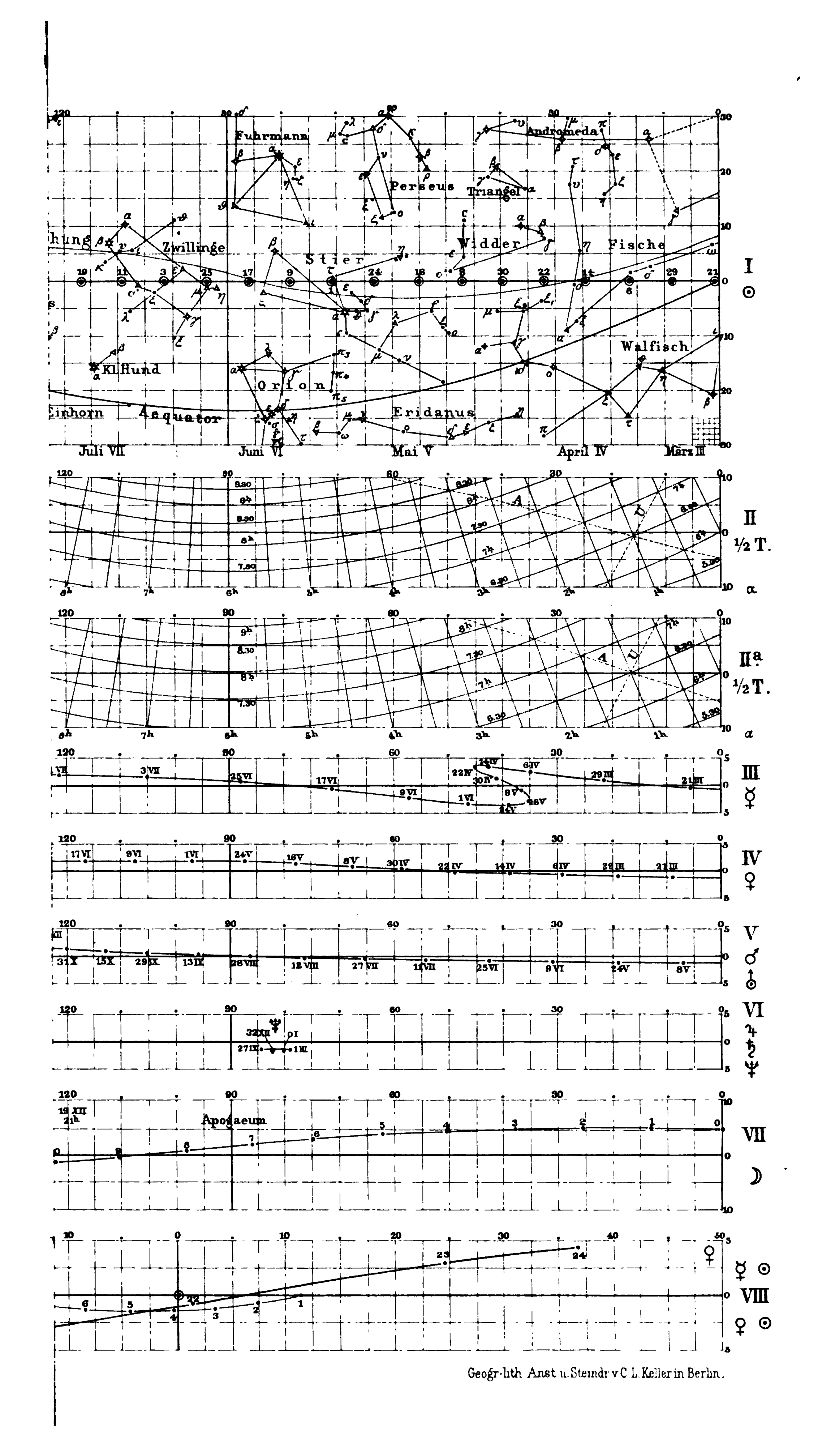
Jupitermonde. Februar: 3 18^h 56^m II. E; 5 17^h 10^m I. E; 7 11^h 38^m I. E; 12 11^h 3^m III. E; 12 11^h 10^m IV. A; 12 13^h 46^m III. A; 14 13^h 31^m I. E; 19 15^h 0^m III. E; 19 17^h 42^m III. A; 21 13^h 25^m II. E; 21 15^h 24^m I. E; 23 9^h 53^m I. E; 28 16^h 2^m II. E; 28 17^h 17^m I. E. — März: 2 11^h 46^m I. E; 9 13^h 39^m I. E; 11 7^h 57^m II. E; 11 8^h 8^m I. E; 16 15^h 33^m I. E; 18 10^h 1^m I. E; 18 10^h 34^m II. E; 25 15^h 40^m II. A; 27 8^h 34^m I. A; 27 13^h 28^m III. A.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima Febr. 9 11^h, 12 8^h, 15 5^h; März 4 10^h, 7 7^h, alle ziemlich ungünstig liegend. — *R*, *β Lyrae*, *η Aquilae* sind morgens zu beobachten, abends *ζ*, *η Geminorum*, *ε Aurigae*, *ρ Persei*. — *α Cassiopeiae*, *δ* und *μ Cephei* sind circumpolar. — *Mira* nähert sich dem Dämmerungsbogen und wird auch an sich schwächer.

Das **Zodiakallicht** ist an den mondfreien Abenden beider Monate als eine schief nach links stehende Pyramide am Westhimmel aufzufinden.

J. Plaſsmann, Warendorf.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.



Geogr.-lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller in Berlin.

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. Zweites Heft. März 1898.

Aus der Experimentalphysik[1]).

Von

Professor Dr. **F. Melde** in Marburg.

1. Prinzip der Tangentenbussole. Um dieses, doch verhältnismäfsig wichtige, Prinzip, der Theorie entsprechend, hinreichend deutlich und in einfachster Weise zu erläutern, pflege ich folgende Einrichtung zu verwenden. In Fig. 1 stellt B ein kreisrundes Brett von 50 cm Durchmesser dar, das auf der oberen Seite eine etwa von 5^0 zu 5^0 geteilte Papierskala trägt. In der Mitte dieses Brettes ist ein Metallstab t vertikal aufgeschraubt, auf welchem oben ein, eine Gabel bildender, Aufsatz lose aufgesteckt ist, sodafs in dieser Gabel ein parallelepipedischer Metall- oder Holzstab NS sich um eine horizontale Achse drehen, aber auch mittels einer Schraube h an dieser Drehung verhindert werden kann. Da die ganze Gabel nur lose auf t aufsitzt, so kann sich NS mit der Gabel auch um eine vertikale Achse drehen, welche Drehung aber auch wieder durch die Schraube h_1 verhindert werden kann. Wird demgemäfs die Schraube h angezogen, so vermag sich, wenn h_1 nicht angezogen ist, NS nur um eine Vertikal-Achse und umgekehrt, wenn h_1 angezogen, dagegen h nicht, NS sich nur um eine Horizontal-Achse zu drehen. Sind beide Schrauben lose, so dreht sich NS sowohl um eine Vertikal- wie um eine Horizontal-Achse.

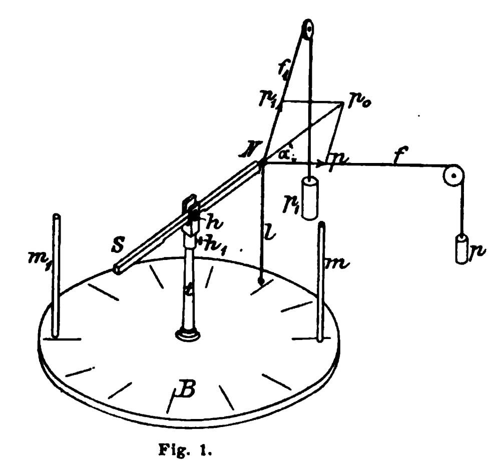


Fig. 1.

Soll nun das Prinzip der Tangentenbussole erläutert werden, so wird der ganze Apparat so auf einen Tisch festgestellt, dafs die Metalldrähte m und m_1 nahezu in die Ebene des magnetischen Meridians zu stehen kommen und dieser somit vor den Zuhörern deutlich markiert ist. Nun stellt man den Stab NS in horizontaler Lage mit der Schraube h fest, sodafs er sich nur um eine Vertikal-Achse, wie die Nadel einer Tangentenbussole, drehen kann. An einer Öse bei N sind ferner zwei dünne Bindfaden angeknüpft, von denen f in der Horizontalebene mit NS und in der Richtung des magnetischen Meridians über eine Rolle läuft und durch ein Gewicht p gespannt wird. Dieses Gewicht p repräsentiert den Zug des Erdmagnetismus an dem Nordende der Nadel. Nun wird unter 90^0 gegen f der Faden f_1 über eine zweite Rolle gelegt und kann somit ein zweiter Zug durch ein Gewicht p_1 ausgeübt

[1]) Der Verf. hat im Jahre 1886 im 3. Jahrg. der „Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts" her. v. Lisser u. Benecke S. 49 und 193 unter demselben Titel Mitteilungen gemacht, deren Fortsetzung hier folgen soll.

werden, welches die durch den elektrischen Strom an dem Nordende der Nadel bei der Tangentenbussole wirkende Drehkraft repräsentiert. Läfst man beide Gewichte gleichzeitig wirken, so stellt sich NS unter einem Winkel a gegen den Meridian ein und es würde nun, wenn man messende Versuche anstellen wollte, nicht schwer sein, nachzuweisen, dafs die Tangente des Ablenkungswinkels proportional den Gewichten p_1 ist, falls man p läfst und für p_1 ein zweites oder drittes Gewicht p_2 und p_3 substituiert. Zu diesen Versuchen wird es sich empfehlen, von der Öse bei N ein kleines Lot l herabhängen zu lassen, welches durch sein Kügelchen unten an der Kreisteilung den Ablesungswinkel zu bestimmen gestattet.

Nun lassen sich alle Gesetzmäfsigkeiten, welche bei der Tangentenbussole weiter in Betracht kommen, sehr gut erläutern. Zunächst läfst sich leicht demonstrieren, warum der Stab NS kurz sein mufs, damit bei seinen Ablenkungen durch die beiden ursprünglich rechtwinklig gegeneinander wirkenden Kräfte dieses „rechtwinklig" möglichst verbleibt. Denn je kürzer NS, desto mehr ist es so, als griffen die beiden Kräfte am Drehungsmittelpunkt von NS selbst an. Ferner: je kürzer der Stab NS, desto näher können die Rollen an den Apparat herangerückt werden und umgekehrt, je länger NS, desto mehr müssen erstere von letzterem hinweg. Bei meiner Einrichtung ist NS 40 cm lang und die Rollen stehen von der Mitte des Apparates etwa 5 m ab. Sodann läfst sich sehr schön demonstrieren, wie eine Vermehrung oder Verminderung der einen oder anderen Kraft wirkt. Zieht man nämlich an dem Bindfaden von p so nach dem Stab NS hin, dafs die Wirkung von p aufgehoben wird, so wirkt p_1 allein und der Stab stellt sich senkrecht zum magnetischen Meridian. Umgekehrt, hebt man den Zug von p_1 auf, so folgt der Stab lediglich der Zugkraft des Erdmagnetismus und stellt sich in den magnetischen Meridian.

Der Vortragende wird nun auseinandersetzen, dafs eigentlich auch am Südende S des Magneten NS zwei ganz gleiche Kräfte p und p_1 angenommen werden müssen, so dafs die beiden Kräfte pp an N und S und ebenso $p_1 p_1$ an N und S je ein Kräftepaar bei der Drehung von NS bilden und so schliefslich ein resultierendes Kräftepaar $p_0 p_0$, unter dem Winkel a gegen den magnetischen Meridian gerichtet, zur Wirkung gekommen ist und die Kräfte p_0 sich in der neuen Stellung von NS das Gleichgewicht halten, ähnlich wie es die Kräfte p thaten, als der Magnet NS ohne Stromeinwirkung sich im magnetischen Meridian befand. Selbstverständlich mufs der Vortragende an dieser Stelle der Lehre vom Magnetismus die Wirkung eines Kräftepaars mit konstanter Richtung der Kräfte erläutern, ohne welche Erläuterung ja ein eigentliches Verständnis der Drehungen und Stellungen eines Magneten nicht wohl möglich ist.

Es leuchtet ferner ein, dafs die ganze Zusammenstellung auch so umgewandelt werden kann, dafs das Prinzip der Sinusbussole deutlich wird. Man müfste zu dem Ende mit der Rolle und dem Gewicht p_1 unserer Figur 1 gemäfs umgekehrt wie die Zeiger einer Uhr weitergehen, bis die Richtung des Fadens wieder senkrecht auf NS steht.

2. Gesamtwirkung des Erdmagnetismus. Noch vorteilhafter und auch wohl notwendiger wie die Erläuterung des Prinzips der Tangenten- und Sinusbussole schien mir die Erläuterung der Wirkung der Resultante des Erdmagnetismus zu sein. Zu dem Ende beachten wir die Fig. 2. Der Apparat der Fig. 1 kommt wiederum auf einen Tisch zu stehen und mm_1 in die Richtung des magnetischen Meridians so, dafs vor allem dieser wieder den Zuhörern zur Anschauung gebracht ist. Nun wird an einem hohen Stativ, welches noch auf einen Tisch gestellt ist, die

Rolle r_1 und nahe über dem Fufsboden an einem niedrigen Stativ die Rolle r so befestigt, dafs, wenn die Gewichte p, welche nunmehr aber gleich sein müssen, anziehen, die Fäden f und f_1 auch im magnetischen Meridian liegen oder unmittelbar, da die Stäbe m und m_1 ein kleines Hindernis bieten, gleich neben diesem Meridian verlaufen. Nun öffnet man beide Schrauben h und h_1, giebt mit der Hand dem Stab NS eine beliebige Lage im Raum und läfst ihn dann los. Sofort sieht man, wie der Stab sich in die Ebene des magnetischen Meridians begiebt und in diesem in der Richtung der Kräfte zur Ruhe kommt, und zwar in der Lage einer Inklinationsnadel. Hierbei hat man also das resultierende Kräftepaar des Erdmagnetismus vollständig wirkend vor sich und kann somit der Begriff von Deklination und Inklination in seinem Zusammenhang mit der Resultante des Erdmagnetismus zu vollkommenem Verständnis bringen.

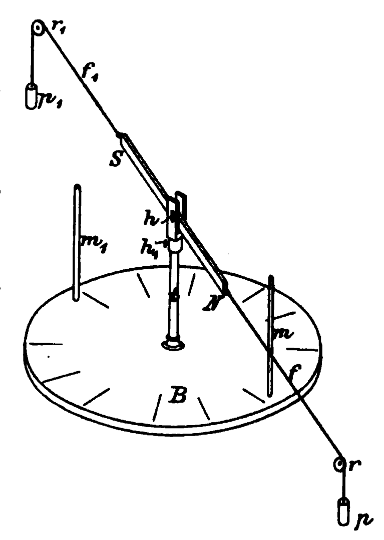


Fig. 2.

Nun wird es dem Zuhörer auch leicht fallen, den wichtigen Unterschied zwischen der Wirkung der Erdschwerkraft und der magnetischen Kraft der Erde zu verstehen. Dieser totale Unterschied besteht in folgendem.

Schwerkraft	Magnetismus der Erde
a) Resultante nur eine und zwar nach dem Centrum der Erde gerichtet.	a') Resultanten zwei: eine an N und eine an S wirkend und zwar in einer bestimmten Ebene schief gegen den Horizont.
b) Blofs Anziehung und keine Abstofsung.	b') Anziehung an N und Abstofsung an S.
c) Blofs Progressivbewegung ohne Drehung des fallenden Körpers.	c') Blofs Drehung ohne Progressivbewegung des Magneten.

Besonders wird es sich empfehlen, die Unterschiede c und c' hervorzuheben. Denn das sind totale Verschiedenheiten. Um c' deutlich zu machen, mufs selbstverständlich der Magnet schwerelos gedacht werden. Dies bewirkt ja in unserm Hilfsapparat die Unterstützung durch die Gabel t. Aber wenn man den Magneten schwerelos denkt, würde in freier Luft die Einstellung nach Fig. 2 auch ohne Unterstützung eintreten.

Man stelle ferner NS in horizontaler Lage mittels der Schraube h fest und drehe dann NS beliebig aus dem magnetischen Meridian heraus. Beim Loslassen wird er dann sofort von den Kräften p in den Meridian gebracht. Man hat es hierbei demnach zu thun mit einer Deklinationsnadel, welche gezwungen ist, sich nur horizontal zu bewegen und durch die gesamte Kraft des Erdmagnetismus nur so bewegt wird, als wäre bei einer völlig frei beweglichen Nadel nur die horizontale Componente vorhanden, mit anderen Worten: es kommt von der gesamten Kraft p nur die horizontale Componente zur Wirkung.

Bringt man den Stab NS in eine solche Lage, dafs die horizontale Drehungsachse in den magnetischen Meridian fällt, so müfste nunmehr, wenn man NS mittels h_1 in dieser Lage feststellt und nur eine Drehung um die horizontale Achse zuläfst, NS in eine zum Horizont senkrechte Stellung kommen. Es wird diese Einstellung

jedoch nicht erreicht, weil die Reibung zu grofs ist und auch das Stativ *t* mit seiner Gabeleinrichtung nach unten hin ein Hindernis bietet. Man mufs demnach darauf verzichten, diesen Fall des Maximums der Inklination zu realisieren, bei welchem die Magnetnadel unter dem Einflufs des Erdmagnetismus, falls ihre horizontale Drehungsachse im magnetischen Meridian liegt, sich senkrecht stellt.

3. Kinetische Gaslehre. Zur Erläuterung des Grundprinzips der kinetischen Gaslehre verwende ich von einem älteren sogen. Percussionsapparat neun Stück Elfenbeinkugeln von ca. 35 mm Durchmesser. Dieselben werden an einem quadratischen Brett von 30 cm Seitenlängen an ca. 3 m langen Bindfaden so aufgehangen, dafs die neun Kugeln eine Ordnung wie die neun Kegel beim Kegelspiel bilden und wobei die äufseren Kugeln je um 10 cm mit ihren Mittelpunkten von einander abstehen.

Das erwähnte Brett wird dann in entsprechender Höhe in horizontaler Lage an einer Zuglatte befestigt und können die Kugeln sich dann in einer Pendelbewegung frei bewegen. Der zweite Teil der Einrichtung besteht in einem quadratischen Marmortrog, dessen vertikale Seitenwände im Lichten 35 cm von einander abstehen und mittels Gyps an einander und auf eine Marmorbodenplatte befestigt sind. Dieser Trog, da er aus geschliffenen Platten von grauem gewöhnlichen Marmor construiert ist, kommt zwar in seiner Anschaffung etwas teuer, doch ist die Erläuterung des hier in Betracht kommenden Prinzips auch von grofser Wichtigkeit. Aufserdem kann ein solcher Trog, wie hernach noch bei anderen Experimenten gezeigt werden soll, eine weitere zweckmäfsige Verwendung finden.

Wenn man nun die Fäden zusammendreht, so bilden die neun Kugeln einen Knäuel. Ich fordere dann beim Vortrage die Zuhörer auf, sich in diesem Knäuel eine Flüssigkeitsmasse vorzustellen, welche schliefslich durch Wärmezufuhr in Dampf (Gas) verwandelt werden soll. Nun überläfst man die Kugeln und die tordierten Fäden sich selbst. Die ersteren kommen durch Centrifugalkraft mehr und mehr von einander in einen gröfseren Abstand. Diese Vergröfserung des Abstandes versinnlicht die Wärmewirkung bei der Entgegenführung des Flüssigkeitsquantums zu seinem Siedepunkt. Darauf tritt der Moment ein, wo ein, zwei und bald alle neun Fäden je einzeln aus der Torsion sich loslösen, und bald sieht man die neun Kugeln jede mit einer eignen Richtung progressiv in den Raum fliegen (selbstverständlich nur soweit es die Fäden und die zuletzt in Betracht kommende Centrifugalkraft es gestattet). Diese Progressivbewegung der Kugeln versinnlicht nun den Vorgang, wie er bei einer Flüssigkeit im Moment ihres Siedens eintritt, indem dann die einzelnen Moleküle sich aus ihrem Flüssigkeitsverband loslösen und je geradlinig in den Raum fliegen infolge eines letzten Schubs, den sie durch die Wärmezufuhr bekamen. Von der wieder rückwärts gehenden Bewegung der Kugeln, die ja eine Pendelbewegung ausführen, mufs man natürlich absehen lassen und darauf aufmerksam machen, dafs man sich, um das Analogon vollständiger zu erkennen, die Kugeln in dauernder geradliniger Progressivbewegung vorstellen müsse.

Bis jetzt ist der Marmortrog nicht zur Verwendung gekommen, dies geschieht erst bei dem zweiten Teil des Experiments, wobei es sich um die Erläuterung des Gasdrucks im Sinne der kinetischen Auffassung handelt. Hierbei werden die Fäden erst wieder geradeso wie vorher um einander tordiert; sodann aber wird der Marmortrog unter die Kugeln gestellt, sodafs diese noch in den letzteren hineinragen. Überläfst man jetzt die Fäden der Detorsion, so fliegen die Kugeln wie vorhin in einem bestimmten Moment auseinander, schlagen hierbei aber an die vertikalen Wände des Trogs an, prallen von hier wieder ab, schlagen an eine andere Wand an u. s. w.

Da man das Anschlagen an die Seitenwände hört, so läfst sich jetzt sehr gut den Zuhörern begreiflich machen, dafs unter Druck auf die Wände, unter Gasdruck, die Wirkung von lebendigen Kräften, von Stofskräften, zu verstehen ist, und dafs der Ausdruck Spannkraft eigentlich nicht mehr zulässig ist. Die Zuhörer begreifen auch jetzt sehr leicht, wie bei einem engeren Raum, bei einem engeren Trog, dieselbe Menge der Kugeln öfter zum Anschlag an die Wände kommen mufs, wie hiermit eine Vermehrung der Stöfse, eine Vermehrung der lebendigen Kraft, d. h. eine Vermehrung der Druckkraft der Gasmasse eintreten mufs und wie nach Mariotte die Druckkraft einer eingeschlossenen Gasmenge wachsen mufs, wenn man den Raum, in welchem sie eingeschlossen ist, verkleinert und umgekehrt. Nachdem so erst der Hauptzusammenhang klargestellt ist, kann dann event. eine weitere Auseinandersetzung klar machen, wie es kommt, dafs gerade die Druckkräfte sich umgekehrt wie die Volumina verhalten. Ich habe gefunden, dafs die Zuhörer von der Vorführung dieser Experimente sehr befriedigt wurden.

4. Umsetzung der Energieen. Erhaltung der Kraft. Ich pflege insbesondere die Pendelbewegung[2]) als ein vollendetes Beispiel für die Umsetzung der Energieen, Energie der Bewegung in Energie der Lage und umgekehrt, den Zuhörern darzustellen. Im Anschlufs hieran führe ich dann Experimente vor, bei welchen diese Umsetzung nur teilweise die ursprüngliche Bewegung wieder rückwärts bewirkt und mehr und mehr sich eine Spaltung einer vorhandenen Energie in andere Arten von Energieen klar erkennen läfst.

Eine Elfenbeinkugel von ca. 2 cm Durchmesser fällt aus einer Höhe von etwa 1 m in den Marmortrog, der in No. 3 beschrieben wurde, herab. Man sieht die Kugel nach dem Aufschlag wieder in die Höhe steigen, aber nicht bis zur ursprünglichen Höhe; nun fällt sie zum zweiten Mal, vielleicht aus einer Höhe von 50 cm, sie steigt wieder, aber nicht bis zu 50 cm, sondern vielleicht nur bis zu 20 cm u. s. w. Man erhält eine in vertikalen Geraden verlaufende Pendelbewegung mit immer kürzerer Elongation, aber auch immer kleiner werdender Schwingungsdauer. — Das letztere ergiebt sich einfach aus einer der Fallformel $t = \sqrt{2h/g}$. Ein Teil der Energie der aufschlagenden Kugel geht verloren. Zunächst wird ja doch eine Schallerscheinung wahrgenommen, denn man hört das Aufschlagen der Kugel; ihr Stofs teilt sich dem ganzen Marmortrog mit und auch der Tisch, worauf der Trog steht, wird erschüttert. Nun kann man in den Marmortrog eine Metallplatte legen und kann die Kugel anstatt auf die Marmorplatte auf jene fallen lassen. Man hört deutlich, wie die Metallplatte beim Aufschlagen ein klapperndes Geräusch macht; sie wird ihrer ganzen Masse nach in eine auf- und niedergehende Bewegung gebracht, und endlich hat die fallende Kugel so viel ihrer lebendigen Kraft verloren, dafs sie gar nicht mehr bis zur Höhe des Randes der Seitenwände des Troges zurücksteigt.

Sodann kann man in einen Schachteldeckel Sand füllen und die Kugel auf diese Sandmasse fallen lassen. Das Aufschlagen hört man nunmehr nur wenig, aber die Kugel bleibt doch nach dem Aufschlagen sofort liegen; von ihrer lebendigen Kraft hat sie nicht soviel wieder zurückerhalten, um eine auch nur kleine Strecke wieder rückwärts in die Höhe steigen zu können. Diese ihre ganze lebendige Kraft wurde verwendet, um die Sandkörner in Bewegung zu bringen; man sieht wie diese ringsum um die Schachtel zerstreut auf dem Tisch liegen, während sie vorher eine Höhlung ausfüllten, welche die fallende Kugel gebildet hat.

---

[2]) Vgl. No. 6 der früheren Mitteilungen in der Zeitschr. z. Förd. d. phys. Unterr. 3. Jahrg. S. 54.

5. „**Analogon zu den Hertzschen Versuchen.**" Schon Hertz hat darauf hingewiesen, wie die stehenden elektrischen Wellen ihre Analogie in der Akustik finden: so z. B. bei den Luftwellen, die von einer Wand reflektiert werden, mit direkten Wellen interferieren und so im Raum Knoten und Bäuche bilden, deren Lage sich mittels Resonatoren nachweisen läfst. In ähnlicher Weise können nun meine stehenden Fadenschwingungen sehr gut benutzt werden, um ein Analogon zu den elektrischen Wellen vorzuführen. Ich benutze hierzu eine Stimmgabel, welche durch einen Elektromagneten mit Quecksilbercontakt sich selbst in kräftiger Schwingung erhält. Sie giebt in der Sekunde ca. 60 Schwingungen, ihre Zinkenenden machen etwa $^1/_2$ cm weite Exkursionen. Wenn man nun an einem der Zinken einen weifsen Zwirnsfaden durch eine Öse durchzieht und das Ende des Fadens irgendwie am Stiel der Gabel befestigt, so kann das andere Ende des Fadens in einer Entfernung von 20—30 Metern an einem Wirbel befestigt und mittels dieses gespannt werden, um stehende Wellen zu erhalten, deren Bäuche und Knoten man in schönster Art erkennt.

Der Versuch kann nun weiter so eingerichtet werden, dafs die Stimmgabel in ein besonderes Zimmer verwiesen und hier auf einer Unterlage befestigt wird, welche die Schallerschütterungen möglichst wenig auf die darunter befindliche Tischplatte überträgt. Ich verfahre hierbei so, dafs ich das Brett mit der Stimmgabel inkl. Elektromagnet auf eine dicke Lage eines vorher nafs gemachten Handtuchs aufsetze und durch einen Gewichtstein festlege. Sodann wird der Faden durch einen Schlitz in einer Thür horizontal durch den weiteren Raum bis zu einem Spannwirbel fortgeführt. Befindet man sich dann in der Nähe dieses Wirbels, so wird man kaum etwas von den Schwingungen der Gabel hören. Man sieht die Knoten und die Bäuche, hört aber keinen Ton des Fadens. Nun nimmt man einen ganz dünnen Gummischlauch, der an einem Ende ein durchbohrtes Horn- oder Hartgummistückchen trägt, welches in den Gehörgang eines Ohres eingesetzt werden kann. Das andere Ende des Schlauches kann über ein etwa 3 mm im Lichten haltendes Stückchen eines Metallröhrchens gestreift werden, welches dann beim Hören durch den Schlauch ganz nahe an den schwingenden Faden gehalten wird. Nun kann man sofort nachweisen, dafs ein Ton, der identisch ist mit dem der Gabel, gehört wird, wenn man das Schallröhrchen in die Nähe eines Bauches, dagegen verschwindet, falls man das Röhrchen an einen Knoten hält. Macht der Beobachter die Augen zu und dirigiert ein Zweiter das eine Ende des Schlauches, so kann der erste Beobachter sofort angeben, ob an der betreffenden Stelle ein Bauch oder ein Knoten vorhanden ist.

Das Analogon zu den elektrischen Wellen ist klar. Das Ende der Gabel, an dem der Faden befestigt ist, ist die Stelle, von wo aus die primären Wellen ausgehen, und entspricht der Stelle, wo bei der Elektrizität etwa die Primärwellen durch Funken einer Leydener Flasche bezw. durch Funken eines Induktors erregt werden. Der Spannwirbel entspricht der Stelle einer Metallwand, an welcher die elektrischen Wellen reflektiert werden.

Die Bäuche und Knoten der elektrischen Wellen weist Hertz durch elektrische Resonatoren nach, bei denen zwischen zwei Enden eines Drahtes Funken überspringen oder nicht, je nachdem der Resonator an bestimmte Stellen von elektrischen Bäuchen oder Knoten gehalten wird. Dementsprechend wird bei meinem akustischen Experiment der Hörschlauch verwendet. Man kann aber die Analogie mit den Hertzschen Versuchen noch gröfser machen, wenn man einen Fadenresonator verwendet. Dieser besteht einfach in einem Stück gebogenen Drahtes, über dessen Enden ein kurzer Faden gespannt ist, so dafs das Ganze einen kleinen Flitzbogen bildet. Ist die Span-

nung des Fadens die richtige, was sich leicht durch entsprechende Biegung des Bügels erreichen läfst, und hält man den Faden des Bügels dann an die Stelle eines Bauches des langen schwingenden Fadens, so gerät auch der Resonator-Faden mit 1, 2 oder mehr Abteilungen in stehende Wellen; hält man aber den Resonator-Faden an die Stelle eines Knotens des Stimmgabel-Fadens, so versagt es der erstere, stehende Wellen zu zeigen.

Stellt man das Fadenexperiment etwa im Freien an, wobei man die Stimmgabel auf Stein oder auf einen direkt auf dem Erdboden stehenden Tisch aufstellen kann, so fällt die Resonanz von der Stimmgabel nach weiteren Stellen des Fufsbodens vollständig weg und man braucht nicht etwa die Gabel in einen Raum zu verweisen, der von dem weiteren Raume, in dem der Faden fortläuft, durch eine Thür getrennt ist. Für meine Experimente empfahl sich das letztere deshalb, weil in der betr. Thüre so wie so schon eine Füllung herausgenommen war, um für die Experimente der Optik etc. das Heliostatenlicht ins Auditorium zu lenken. In diese Füllung konnte dann leicht ein Pappdeckel mit einem schmalen vertikalen Schlitz eingesetzt werden, durch welchen der Faden gezogen wurde, dessen Schwingungen, da die Gabelzinken in einer Vertikalebene schwangen, auch in einer Vertikalebene vor sich gingen.

Auch die Art der Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenbewegung, wie sie Hertz bei seinen elektrischen Schwingungen vornahm, läfst sich leicht und anschaulich bei dem Fadenexperiment versinnlichen. Diese Geschwindigkeit ist in beiden Fällen gleich $v = N.\lambda$ ist, wenn N die Zahl der Primärpulse und λ die Wellenlänge bedeutet; also ergiebt sich, da z. B. bei meiner Stimmgabel N gleich 60 ist, und wenn beispielshalber durch entsprechende Spannung des Fadens eine Strecke desselben zwischen zwei Knoten gleich 80 cm, d. h. die ganze in Betracht kommende Wellenlänge $\lambda = 2 . 80 = 1{,}6$ m gemacht werden kann, $v = 60 . 1{,}6 = 96$ m als die Transversalfortpflanzungsgeschwindigkeit bei dem betr. Faden und der betr. Spannung.

Vergleichung von Magnetnadeln.

Von

Joh. Kleiber in München.

Man klebe (mit Wachs) auf dem Tische ein Blatt Schreibpapier fest und auf diesem in der Mitte einen Kork, der eine Nadelspitze zur Aufnahme der zu untersuchenden Magnetnadeln trägt.

Durch Aufsetzen einer der letzteren bestimme man hierauf die Nord-Süd- und die Ost-Westrichtung, welch beide man durch einen Bleistiftstrich andeutet (Orientierung).

Nun befestigt man mit ein wenig Klebwachs die zwei zu vergleichenden Magnetnadeln unter einem rechten Winkel aufeinander und setzt schliefslich die so erhaltene Verbindung auf die Nadelspitze (Fig. 1).

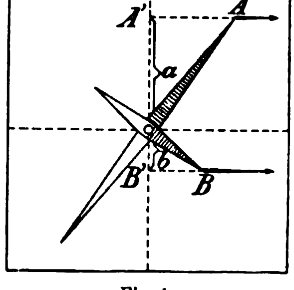


Fig. 1.

Ist die Ruhelage erreicht, so projiziert man diese möglichst genau aufs Papier und zieht von den Nadelenden A und B die Senkrechten AA' bezw. BB' zur Ostwestlinie, um auf letzterer die Strecken a und b zu ermitteln.

Bezeichnen A und B gleichzeitig die Polstärken der benutzten Nadeln, so ist die Ruhelage dadurch charakterisiert, daſs die Drehmomente von A und B sich gegenseitig aufheben, d. h. daſs

$$a \cdot A = b \cdot B, \text{ folglich } A : B = b : a.$$

Die bei A und B in Betracht kommenden Kräfte sind eigentlich $A\,H$ und $B\,H$, wenn H die erdmagnetische Horizontalcomponente, rund $^1/_5$'$K\,E$ bedeutet. Auch wäre es genauer, anzunehmen, daſs die Pole nicht in den Nadelenden conzentriert sind, sondern der Nadelmitte je um 17% näher liegen. Statt a und b wäre also besser anzusetzen 0,83a und 0,83b. Doch wird hierdurch am Resultate nichts geändert.

Dieselbe geometrische Construktion gilt auch, wenn man die Nadeln unter einem anderen Winkel verbindet. Daher braucht bei Ausführung des Versuchs auf die rechtwinklige Verbindung der Nadeln keine besondere Vorsicht verwendet zu werden. Wiederholt man den Versuch unter Variation des Winkels der Nadeln, so kann man aus den Werten der a und b geeignete Mittelwerte bilden.

Zumeist kann man sich das Aufeinanderkleben der Nadeln ersparen; es genügt, sie bloſs aufeinanderzulegen, wenn die gegenseitige Reibungshemmung groſs genug ist, um die inneren Kräfte des Systems in ihrer Wirkung aufzuheben.

Wie man sieht, hat die angegebene Methode den Vorteil, daſs sie erstlich an das Denkvermögen des Schülers die geringsten Anforderungen stellt (die Lösung erfolgt ja constructiv unter Ausschluſs aller Zwischenrechnung) und zweitens von diesem zu Hause selbst mit den Bruchstücken einer magnetisierten Stricknadel wiederholt werden kann. (Das Achathütchen ersetzt er dabei durch einen messingenen Fingerhut, auf welchen er mit Wachs seine Nadelstücke befestigt; solch ein Fingerhut erhöht gleichzeitig die Stabilität des ganzen Systems.)

Auf dem angegebenen Wege sind die Polstärken der in der Sammlung vorhandenen Magnetnadeln, sowie der Bruchstückchen magnetisierter Stricknadeln, wie sie sich gelegentlich der Vorträge über Magnetismus ergeben, in ein paar Augenblicken nach einer bestimmten Normalnadel der Sammlung zu aichen.

Um dies ohne weitere Vorbereitung ausführen zu können, möchte ich jedem, der dieser Idee freundlich gegenübersteht, raten, sich eine Magnetnadel- oder Polwage herzustellen oder von einem Schüler bezw. einem Mechaniker herstellen zu lassen. Eine solche besteht nach beistehender Fig. 2 aus dem Grundbrett mit zentraler Durchbohrung, in welche von unten her eine Spitze ragt, aus der Glocke (Glashütchen) und aus der in der Mitte sattelförmig vertieften Normal-Magnetnadel. Deren Sattel ist so zu verbreitern, daſs man in bequemer Weise die zu untersuchende Magnetnadel einlegen kann. Das Grundbrett oder Tischchen ist oben zweckmässig mit Millimeterpapier zu überkleben.

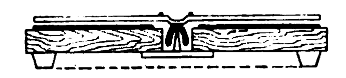


Fig. 2.

Beim Gebrauch dreht man das Tischchen so, daſs die eine Strichrichtung des Millimeterpapiers in dem magnetischen Meridian liegt. Das Millimeterpapier überhebt uns dann jeglicher Zeichnung, da die Gröſsen a und b sofort abgelesen werden können.

Wie aus der Betrachtung der Fig. 1 hervorgeht, ist diese Polwage im Prinzip identisch mit der gewöhnlichen Brief-Schnellwage. Während letztere vertikal steht, da die Kraftlinien der Schwere diese Richtung haben, ist unsere Polwage horizontal angeordnet, da eben die Kraftlinien, auf welche die Polwage reagiert, horizontal (nach Norden gerichtet) verlaufen. Man kann also die oben geschilderte Wage auch als eine Schnellwage zum Abwägen von Magnetpolen bezeichnen.

Will man sich nicht dabei beruhigen, die einzelnen Magnetnadelstärken in Einheiten der Normalnadel der physikalischen Sammlung ausgedrückt zu haben, so erübrigt nur noch, die gewählte Normalnadelstärke in absolutem Maſse zu messen. Wie das auf einem den Schülern der physikalischen Anfangsstufe angemessenen Wege geschehen kann, habe ich bereits in dieser Zeitschrift (*X 72, 1897*) gezeigt.

Über das Vermeiden von lästigen oder schädlichen Folgen bei chemischen Schulversuchen.

Von

Prof. **Friedrich Brandstätter** in Pilsen.

Bekanntlich gestaltet sich die Ausführung zahlreicher und oft gerade hochinteressanter, lehrreicher, chemischer Versuche sehr lästig, gesundheitsschädlich, ja gefahrdrohend, sei es nun durch das Auftreten übelriechender Gase oder durch besondere Giftigkeit des verarbeiteten Materials oder der entstehenden Produkte oder infolge von Feuers- und Explosionsgefahr u. dgl. m. Nun wird allerdings ein geübter und erfahrener Experimentator in einem wohl ausgerüsteten Hörsaale und umgeben von allen Hülfsmitteln, sinnreichen Schutzvorrichtungen und zweckmäſsigen Abzugsräumen und Ventilationsanlagen jene Unannehmlichkeiten und Gefahren entweder völlig beseitigen oder doch auf das kleinste Maſs beschränken können.

Allein wie Wenigen und besonders Mittelschullehrern stehen so ausgestattete Hörsäle zur Verfügung? Wie primitiv und dürftig sind oft unsere chemischen Schulräumlichkeiten und wie unzureichend klein die bezüglichen Dotationen! Man muſs also mit möglichst einfachen, fast kostenlosen Anordnungen sein Auslangen zu finden suchen, um jene Übelstände zu bannen. Daſs und wie dies dem umsichtigen Lehrer der Chemie möglich ist, soll nun an einigen Beispielen dargelegt werden.

Sehr empfehlenswert ist zunächst das Arbeiten mit möglichst kleinen Mengen, also das Ausführen des betreffenden Versuches im geringsten Maſsstabe, wobei man natürlich nur soweit gehen darf, daſs der Versuch selbst von den entfernt sitzenden Schülern noch deutlich beobachtet werden kann. Beide Bedingungen lassen sich aber oft ganz gut vereinen.

Die Darstellung des Cyangases durch Erhitzen von Quecksilbercyanid ist, da man das Gas über Quecksilber auffangen muſs, ziemlich umständlich, und das Entweichen des sehr giftigen Gases in die Luft dabei schwer zu vermeiden. Folgende Ausführung genügt vollständig zur raschen, mühe- und gefahrlosen Bekanntmachung der Schüler mit dem Gase. Ein an einem Ende in eine stumpfe Spitze ausgezogenes und hier zugeschmolzenes Glasrohr von 12 cm Länge und 8 mm Weite (Spitzkölbchen) wird 2 cm hoch mit gepulvertem Quecksilbercyanid beschickt und an der Flamme eines Gasbrenners oder einer Spirituslampe erhitzt, wobei man mit einem sofort bereit gehaltenen Kerzchen das alsbald entweichende Gas an der Mündung des Rohres entzündet. Es brennt nun so lange mit der schönen, charakteristischen, purpurfarbigen Flamme fort, bis die Zersetzung des Quecksilbercyanides zu Ende ist. An den kälteren Teilen des Rohres kann man dann den Schülern den erhaltenen Quecksilberanflug vorzeigen.

Die bekannte Darstellung des selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffes durch Erhitzen von gelbem Phosphor mit Kalilauge gestaltet sich bei folgender Anordnung ganz gefahrlos und möglichst wenig das Geruchsorgan belästigend. In eine

Eprouvette von 16 bis 18 cm Länge und 20 bis 25 mm Weite wird ein bohnengrofses Stück gelben Phosphors und 5—6 cm hoch mäfsig conzentrirte Kalilauge gegeben und darüber etwas Äther gegossen. Dann wird die Eprouvette mit einem einfach durchbohrten Stopfen geschlossen, der das Gasableitungsrohr trägt. Dieses reicht mit seinem Ende in eine mit Wasser gefüllte Schale. Die Eprouvette wird mit ihrem unteren Teile in eine Blechbüchse von 6—7 cm Länge und 3—3,5 cm Durchmesser gestellt und der Zwischenraum mit feinem Sand ausgefüllt. Wird die Büchse nun erhitzt, so treten, nachdem vorerst durch Verdampfen des Äthers alle Luft ausgetrieben ist, die Gasblasen des entweichenden Phosphorwasserstoffes auf, die sich über dem Wasserspiegel der Schale entzünden und die bekannten, schönen Rauchringe von Phosphorpentoxyd liefern. Sobald das Erhitzen der Büchse unterbrochen wird, hört auch bald die Gasentwicklung auf. Beim Einhalten dieser Gröfsen- und Mengenverhältnisse wird genau derselbe Effekt erzielt, wie beim Erhitzen gröfserer Mengen von Phosphor und Lauge in dem gewöhnlich vorgeschriebenen $1/4 - 1/2$ Liter-Kolben.

Die Darstellung des nicht selbstentzündlichen Phosphorwasserstoffes aus Zinkphosphid und verdünnter Schwefelsäure ($Zn_3 P_2 + 3 H_2 SO_4 = 2 PH_3 + 3 ZnSO_4$) kann in eben diesem kleinen Mafsstabe gezeigt und so die üblen Wirkungen des giftigen Gases hintangehalten werden. In eine Eprouvette von der Gröfse der vorhin erwähnten wird etwa 1,5 g Zinkphosphid, das man durch Erhitzen von 3 Teilen Zinkstaub und 1 Teil rothem Phosphor im bedeckten Tiegel als schwarzes, zusammenhängendes Pulver erhält, gegeben und darüber 5 cm hoch Wasser gegossen. Die Eprouvette wird mit doppelt durchbohrtem Pfropfen verschlossen, der ein bis fast zum Boden der Eprouvette reichendes Trichterrohr und ein Gasableitungsrohr trägt. Man giefst nun einige Tropfen conzentrierte Schwefelsäure durch das Trichterrohr nach und leitet die kleine Menge des sich sofort entwickelnden Gases in einige mit Wasser gefüllte und in der pneumatischen Wanne befindliche Eprouvetten. Diese werden dann mit der Mündung nach unten aus der pneumatischen Wanne gehoben. Das Gas entzündet sich an der Luft nicht von selbst, wohl aber, wenn man der Mündung einen mit etwas roter, rauchender Salpetersäure befeuchteten Glasstab nähert, worauf der Phosphorwasserstoff mit leuchtender Flamme unter Entwickelung von Phosphorpentoxyd und Bildung eines roten Anfluges von amorphem Phosphor an den Eprouvettenwänden verbrennt.

Die Darstellung des Chlors und die Versuche mit demselben gehören bekanntlich zu den unangenehmsten Arbeiten und erfordern viel Umsicht, wenn man sich vor dem höchst lästigen und gesundheitsschädlichen Einatmen des Gases hüten will. Ich empfehle folgende Anordnung, die selbst beim Arbeiten mit grofsen Mengen das Entweichen des Gases in die Luft des Hörsaales vollständig hindert und die Darstellung des Gases, sowie das Füllen der zu den Versuchen bestimmten Glaskolben am Experimentiertische während des Unterrichts gestattet. Das Gasableitungsrohr des zur Erzeugung von Chlor mit Braunsteinstückchen und roher Salzsäure beschickten, $1/2$ bis 1 Liter fassenden Kochkolbens wird zunächst mit einem mit Hähnen versehenen Gabelrohr, sog. Zweiweghahn, aus Glas verbunden, so dafs also das Gas zwei Wege nehmen kann. Das eine, von den Schülern aus gesehen hintere Gabelende führt das Gas zunächst in einen mit Zu- und Ableitungsrohr versehenen Erlenmeyerschen Kolben von $1/2$ Liter Inhalt, der zum Teil mit reinem Wasser versehen ist, um die Bildung des Chlorwassers zu zeigen, und von hier in einen zweiten gröfsern Erlenmeyerschen Kolben, der zum Teil mit mäfsig conzentrierter Natronlauge gefüllt ist, um das Gas völlig absorbieren zu lassen. Zum Überflufs wird aus dem letzten

Kolben etwa nicht verschlucktes Chlor mittels Schlauches in den Abzugraum oder, wo ein solcher nicht vorhanden ist, durchs Fenster in das Freie geführt. Ich habe zu diesem Zwecke ein für allemal den untern Rahmen beider Flügel des dem Experimentiertische zunächst stehenden Fensters an zwei genau gegenüber liegenden Stellen durchbohrt und stecke gelegentlich eine Glasröhre hindurch, die ich mit dem vom Tische kommenden Ableitungsschlauche verbinde. Das andere, vordere Gabelende des mit dem Chlorentwicklungskolben verbundenen Zweiweghahnes führt das Gas zunächst in eine Waschflasche mit conzentrierter Schwefelsäure und das so getrocknete Chlor mittels eines an einem Schlauche befestigten rechtwinklig gebogenen Glasrohres bis zum Boden des damit anzufüllenden, oben offenen Gefäfses (am besten eines Literkolbens). Ist nun durch mäfsiges Erhitzen des Entwicklungskolbens der Gasstrom in Thätigkeit, so läfst man ihn zuerst eine Weile den hinteren Weg durch das Wasser und die Natronlauge passieren, öffnet dann den bisher geschlossenen Hahn des vorderen Gabelrohrs und läfst das grüngelbe Gas in den Kolben eintreten, dessen Füllung durch die Verdrängung der Luft der Schüler um so besser verfolgen kann, wenn man ein weifses Papier unter und hinter den Kolben stellt. Damit nun beim Füllen auch nicht die geringste Menge des Gases in die Luft entweiche, steckt man den oberen, aus dem Gefäfs herausragenden Teil des Zuleitungsrohres durch ein etwa faustgrofses, mit verdünnter Natronlauge eben angefeuchtetes Schwammstück — wozu sich vortrefflich die Reste abgenutzter Schultafelschwämme eignen —, das sonach auf der Mündung des Kolbens liegt und alles etwa überfliefsende Gas absorbiert. Ist der Kolben bis zum Halse gefüllt, so wird das vordere Gabelende des Zweiweghahns geschlossen, wodurch der Gasstrom wieder den hinteren Weg zu nehmen gezwungen ist, und nach langsamer Herausnahme des Zuleitungsrohrs der Kolben sofort mit einem gut schliesfenden Stopfen verschlossen. Man kann nun bequem der Reihe nach die andern bereit gehaltenen Kolben oder andere Versuchsgefäfse (wie Standcylinder) auf dieselbe Art füllen wie den ersten Kolben, wobei der erwähnte Schwamm nach meinen Erfahrungen die besten Dienste leistet. Ebenso werden dann bei den einzelnen Versuchen mit Chlor die Stiele der zum Verbrennen von Phosphor oder Natrium dienenden Löffelchen, der Draht des eingeführten brennenden Kerzchens, das Glasrohr der eingeführten Wasserstoff- oder Leuchtgasflamme u. s. w. mit gleich grofsen, mit Natronlauge angefeuchteten Schwammstücken versehen, um das sonst bei diesen Versuchen unvermeidliche Austreten des Chlorgases in die Luft zu verhindern. Beim Abstellen des Erhitzens wird der Gasstrom noch eine Weile fortdauern, wobei er natürlich nur den hinteren Weg zu nehmen hat, und nach Aufhören desselben das im Entwicklungskolben angesammelte Chlor durch Eingiefsen von Wasser durch das Trichterrohr vollends in die Absorptionsgefäfse getrieben. Dann erst wird der Apparat auseinander genommen, wobei das erhaltene Chlorwasser und die Labaraquesche Lauge zu gelegentlicher Verwendung aufgehoben wird.

In ähnlicher Weise kann auch bei der Darstellung und den Versuchen mit anderen übelriechenden und schädlichen Gasen, z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, vorgegangen werden.

Wie man sonst noch durch oft überraschend einfache Anordnungen und Kunstgriffe die unangenehmen Folgen oder Gefahren eines chemischen Schulversuches vermeiden kann, zeigen manche von mir schon früher in dieser Zeitschrift veröffentlichten Versuche, z. B. über die Verdunstungskälte des Äthers (im 4. Heft des 7. Jahrganges), über das Stickoxyd-Schwefelkohlenstoff-Licht (im 4. Heft des 9. Jahrganges), über Ätherexplosionen (im 3. Heft des 10. Jahrganges).

Zum Schlusse will ich noch einen einfachen Absorptionsversuch für solche Gase empfehlen, die von der betreffenden Flüssigkeit in grofser Menge verschluckt werden und sich durch unangenehmen Geruch und schädliche Einwirkung auf die Atmungswerkzeuge bemerkbar machen, also z. B. für Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Ammoniak gegenüber Wasser. In einem $^1/_2$ Liter fassenden Kolben wird das Gas erzeugt, also z. B. Chlorwasserstoff durch Erhitzen von Kochsalz mit einem Gemisch aus gleichen Teilen conzentrierter Schwefelsäure und Wasser, Fluorwasserstoff durch Erhitzen von Fluorcalcium mit conzentrierter Schwefelsäure, Ammoniak durch Erhitzen von Salmiak mit gebranntem Kalk oder von conzentriertem Salmiakgeist. Der Kolben ist mit einfach durchbohrtem, gut schliefsendem Stopfen versehen und durch ein zweimal rechtwinkelig gebogenes Glasrohr mit dem Tubus einer kleinen Glasglocke oder dem Halse einer Flasche mit abgesprengtem Boden in gasdichter Verbindung. Die Gasglocke ist an ihrer unteren Mündung so weit mit Wasser, das sich in einer Glasschale mit flachem Boden befindet, abgesperrt, dafs, nachdem bei Entwicklung des betreffenden Gases alle Luft aus Kolben und Glocke verdrängt worden ist, das durch die rasche Absorption bewirkte Aufsteigen des Wassers in die Glocke nur bis etwa $^4/_5$ ihres Raumes ermöglicht ist, worauf durch Eindringen von etwas Luft der Wasserspiegel wieder sinkt, um sich gleich darauf von neuem zu erheben. Das Wasser ist zweckmäfsig mit Lackmustinktur zu färben, nicht nur um das durch die Absorption bewirkte Steigen in der Glocke weithin sichtbar zu machen, sondern auch durch die eintretende Umwandlung der Farbe die saure oder basische Reaktion der erfolgten Lösung zu zeigen. Man wird bei diesem Versuche von einer Belästigung durch das Gas gar nichts zu leiden haben.

Demonstration der Gewichtszunahme und der Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Verbrennung.

Von

Dr. **Wilh. Sigmund**

an der k. k. deutschen Staats-Oberrealschule in Prag.

Zur Demonstration der Gewichtszunahme bei der Verbrennung einer Kerze werden, soweit mir bekannt, die Versuchsanordnungen von Kolbe und von V. Meyer benutzt. Der Apparat von Kolbe[1]) gestattet zwar nicht nur die Gewichtszunahme, sondern auch die Bildung der Verbrennungsprodukte, Kohlensäure und Wasser, zu zeigen, eignet sich jedoch mehr zu wissenschaftlichen Zwecken als für einen Vorlesungsversuch für Anfänger, da er ziemlich compliziert ist, ferner zur Unterhaltung der Verbrennung der Luftpumpe bedarf und infolge dessen nicht frei zu schweben scheint[2]). Der Apparat von Meyer[3]) zeichnet sich durch Einfachheit aus, zeigt aber nur die Gewichtszunahme an.

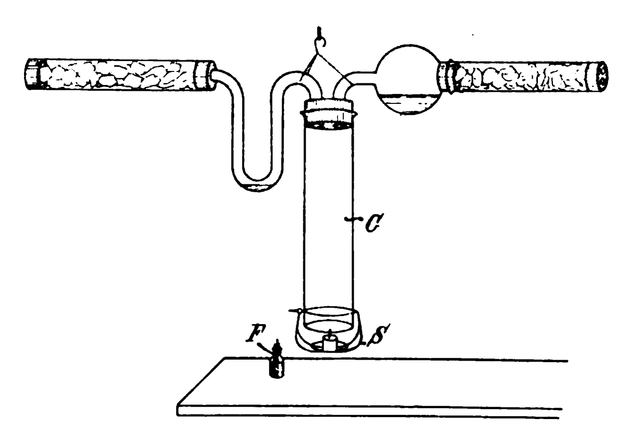
Im folgenden ist eine Versuchsanordnung angegeben, welche ohne Anwendung der Luftpumpe gleichzeitig die Gewichtszunahme und die Bildung von Kohlensäure und Wasser bei der Verbrennung demonstriert.

Ein gewöhnlicher Gaslampencylinder *C* von 45—50 mm Weite wird oben mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, der auf der unteren Seite mit Asbest-

[1]) Kolbe, Ber. d. d. chem. Ges. II, S. 238.
[2]) Vgl. V. Meyer, Ber. d. d. chem. Ges. IX, S. 1667.
[3]) V. Meyer, Ber. d. d. chem. Ges. IX, S. 1666.

papier bedeckt ist. In den beiden Bohrungen befinden sich einerseits eine U-förmige Röhre mit einem inneren Durchmesser von etwa 13 mm, anderseits eine Kugelröhre, deren Kugel einen Inhalt von 80—100 cm³ besitzt und deren innerer Röhrendurchmesser etwa 10 mm beträgt. An diese beiden Röhren schliefst sich mittels Korkstöpseln je eine dünnwandige Glasröhre von 32—35 mm innerem Durchmesser und 160—180 mm Länge an, deren Enden durch je einen mehrfach durchbohrten Korkstöpsel verschlossen sind. Am unteren Ende des Cylinders befindet sich eine verschiebbare Spange aus Eisen- oder Messingdraht, deren nach abwärts gebogener Teil *S* zur Aufnahme eines Uhrgläschens dient (vgl. Fig.).

Soll nun der Verbrennungversuch ausgeführt werden, so befestigt man die beschriebene Vorrichtung, jedoch zunächst ohne die beiden Glasröhren, mit Hilfe eines Bindfadens und eines Drahthakens an Stelle der einen Schale einer empfindlichen Wage. Sodann giefst man in die Kugel mit Hilfe einer rechtwinkelig gebogenen Trichterröhre klares Kalkwasser, bringt in den untersten Teil der U-Röhre etwas vollkommen entwässerten, pulverförmigen Kupfervitriol, füllt vorher die beiden Glasröhren mit groben Stücken von Ätznatron und fügt die Röhren gleichzeitig an die beiden Enden der Kugelröhre bezw. U-Röhre an. Durch entsprechendes Verschieben des Bindfadens an dem Drahthaken und durch Drehen der im Korkstöpsel des Cylinders befindlichen Röhrenstücke läfst es sich leicht erreichen, dafs die ganze Vorrichtung vollkommen frei hängt, also keinen Teil der Wage berührt und der Cylinder eine lotrechte Lage einnimmt.



Der zu verbrennende Körper wird auf das Uhrgläschen gebracht. Zur Verbrennung können benutzt werden: eine Kerze, Weingeist, Petroleum, fette und ätherische Öle u. a.; die flüssigen Körper giefst man in kleine Fläschchen *F* von etwa 20 mm Durchmesser und 30—40 mm Höhe, in welchen sich ein aus einigen Baumwollfäden gedrehter Docht befindet. Durch Verschieben der Drahtspange kann man Kerzen und Fläschchen verschiedener Höhe dem Cylinder anpassen und ein event. Russen der Flamme verhindern.

Nachdem die Wage ins Gleichgewicht gebracht worden, wird der zu verbrennende Körper angezündet, worauf zunächst ein Ausschlag nach der Gewichtsseite der Wage erfolgt, doch ist das Gleichgewicht alsbald hergestellt, und nach ein bis zwei Minuten ist ein deutlicher Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite wahrnehmbar, nach drei bis fünf Minuten nimmt in der Regel die Verbrennungsvorrichtung den tiefsten Stand ein.

Die Bildung von Kohlensäure wird schon nach einer Minute durch eine deutlich wahrnehmbare Trübung des Kalkwassers in der Kugel erkannt. Die Entstehung von Wasser wird zunächst durch Blauwerden des vorher weifsen Kupfervitriols und nach kurzer Zeit durch eine blaue Lösung in der U-Röhre angezeigt.

Um zu zeigen, dafs die Trübung des Kalkwassers in der Kugel nicht etwa die Folge des Kohlensäuregehalts der Luft ist, kann man gleichzeitig in eine Glasschale, welche den gleichen Durchmesser hat wie die Kugel, gleichviel Kalkwasser geben

und neben der Wage aufstellen; man wird dann sehen, dafs in der kurzen Zeit, in welcher sich das Kalkwasser in der Kugel intensiv trübt, das Kalkwasser in der Schale fast ganz klar bleibt. Ein ähnlicher Kontrolversuch läfst sich bezüglich des Wassers mit dem entwässerten Kupfervitriol ausführen.

Will man nur die Gewichtszunahme demonstrieren, so schaltet man die Kugelröhre und die U-förmige Röhre aus und ersetzt sie durch je eine rechtwinklig gebogene Röhre.

Soll der Versuch nur qualitativ ausgeführt, also nur die Bildung von Kohlensäure und Wasser gezeigt werden, so kann ebenfalls die oben beschriebene Vorrichtung unter Hinweglassung der beiden mit Ätznatron gefüllten Röhren benutzt werden. Zweckmäfsiger ist es jedoch in diesem Falle, die U-Röhre und die Kugelröhre hintereinander auf derselben Seite des Cylinders anzubringen und denselben gröfsere Dimensionen zu geben, so z. B. eine Kugelröhre mit einem Inhalt von etwa 200 cm^3 zu benutzen. Der Korkstöpsel im Cylinder mufs auch hier zum Schutze desselben mit Asbestpapier umgeben werden. Es genügt, die ganze Vorrichtung an einer Stelle, am besten an dem horizontalen Röhrenstücke zwischen Cylinder und U-Röhre zu befestigen.

In die U-Röhre wird, wie vorhin, entwässerter, pulverförmiger Kupfervitriol gebracht und in die Kugel klares Kalkwasser gegeben; unter den Cylinder kann man eine Kerze, einen Bunsenschen Brenner, eine Weingeist-, Petroleum- oder Öllampe u. a. stellen. Um die Condensation des Wasserdampfes in der U-Röhre zu beschleunigen, stellt man diese in ein Becherglas mit kaltem Wasser.

Einige Bemerkungen über das C.S.G.-System im Unterrichte.

Von

Professor Dr. **Alois Höfler** in Wien.

Die Anregung zur Veröffentlichung der nachfolgenden Bemerkungen giebt mir der Aufsatz über „das absolute Mafssystem“ von O. Lehmann *(d. Ztschr. X 77—84, 1897)*, worin es gegen Ende heifst: „Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, das CGS-System nur da anzuwenden, wo es durchaus nötig und zweckdienlich ist, also namentlich bei theoretisch physikalischen Rechnungen, in der Technik dagegen und auf der ersten Stufe des physikalischen Unterrichts diejenigen Einheiten beizubehalten, welche sich nun z. T. schon ein Jahrhundert lang praktisch bewährt haben. — Insbesondere wäre es bei der überaus knappen Zeit, welche dem physikalischen Unterricht an Mittelschulen eingeräumt ist, und bei den vielen Schwierigkeiten, auf welche dieser Unterricht schon aus anderen Gründen stöfst, in hohem Mafse erwünscht, wenn nicht neben den selbstverständlich unentbehrlichen praktischen Mafsen noch das CGS-System behandelt würde, dessen Kenntnis für die meisten Schüler keinen Wert hat, dagegen einen sehr grofsen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit in Anspruch nimmt, der weit nützlicher verwertet werden könnte. Diejenigen, welche weitergehende Studien an der Hochschule zu machen beabsichtigen, haben dort noch reichliche Gelegenheit, das CGS-System nach allen Richtungen hin kennen zu lernen.“

Es ist nicht meine Absicht, auf alle einzelne Erwägungen des angeführten inhaltsreichen Aufsatzes, sei es zustimmend, sei es polemisch, einzugehen. Ich möchte zunächst nur aussprechen, dafs Lehmanns Anregungen auf alle Fälle das Verdienst eines Minoritätsvotums haben, indem sie geeignet sind, die heute zweifellos schon für das CSG-System bestehende Majorität zu neuerlicher Prüfung ihrer Gründe zu veranlassen und allenfalls einer blofs auf Nachahmung oder auf Autorität hin sich einbürgernden unzweckmäfsigen Gewohnheit noch rechtzeitig vorzubeugen. Zu prüfen, ob wenigstens in einzelnen Punkten die un-

bedingte und ausnahmslose Verwendung des CSG-Systems im Schulunterricht in der That nicht das denkbar Zweckmäfsigste sei — dazu sollen auch die nachfolgenden Bemerkungen Anregung geben. Sollte sich an sie eine Diskussion knüpfen, so werde ich mir vorbehalten, späterhin in dieser Sache wieder das Wort zu ergreifen.

1. Eine bestimmte Stellungnahme zu einem sogenannten absoluten und einem sogenannten technischen Mafssystem wird sich der physikalische Unterricht nicht etwa ganz ersparen können, seitdem es mehr und mehr anerkannt wird, dafs sich auch der physikalische Unterricht nicht auf Vortragen und Wiedergeben des Lehrstoffes beschränken darf, sondern so viel als möglich ähnlich dem mathematischen in Form der Bearbeitung concreter Beispiele und Übungen bewegen mufs. Wird mit dieser Forderung Ernst gemacht, so wird sich auch die andere Forderung, dafs es nichts tauge, wenn der Schüler blofs Formeln, d. h. Beziehungen zwischen Mafszahlen ohne regelmäfsige Hinzufügung der Mafseinheiten ausspricht und hinschreibt, von selbst Geltung verschaffen[1]). Ein dritter einschlägiger Umstand ist der, dafs das physikalische Denken in blofsen Proportionen, welches die Wahl fester Einheiten umgangen hatte, immer mehr abkommt. Wir können also die Stellungnahme zum CSG-System im Schulunterricht in die freilich sehr spezielle Form der Frage kleiden, was für Benennungen und Bezeichnungen wir die Schüler zu den angegebenen und den gefundenen physikalischen Zahlen sollen sprechen und schreiben lassen — eine Frage, welche wie alles, was Zeichen und speziell Namen betrifft, natürlich nur von untergeordneter Wichtigkeit ist, aber doch irgendwie und in der Schule wenigstens seitens je eines Lehrers gegenüber je einer Schulklasse in einheitlicher Weise beantwortet werden mufs. Dafs für dieselbe Sache verschiedene Zeichen möglich sind, und dafs bei ihrer Wahl aufser sachlichen Rücksichten auch der persönliche Geschmack sein Recht hat, soll von vornherein ausgesprochen sein, damit nicht eine oder die andere der nachfolgenden Bemerkungen allzu kleinlich und subjektiv genannt werde.

2. Im Schulunterricht — u. zw. komme in ausgedehnterem Mafse nur die Oberstufe in Betracht, da der Unterricht auf der Unterstufe auf Messungen und mathematische Beziehungen nur selten einzugehen Gelegenheit hat — dürfte die Erörterung darüber, dafs es zwei Systeme gebe, welche beide, an die Gleichung $p = mg$ anknüpfend, sich dadurch unterscheiden, dafs das terrestrische von der Einheit für p, das absolute von der Einheit für m ausgeht, überhaupt erst seit der Zeit einen regelmäfsigen Teil des Unterrichtes bilden, wo sich das absolute, u. zw. das CSG-System in der Wissenschaft und innerhalb der Technik, wenigstens in der Elektrotechnik, schon ziemlich allgemeinen Eingang errungen hatte. Dieser historische Umstand könnte von Gegnern des CSG-Systems in der Schule dahin gedeutet werden, dafs der Unterricht jene Neuerung ohne innere Nötigung zum Gegenstande einer blofsen Mitteilung an die Schüler und einem für sie unfruchtbar bleibenden Lernstoff gemacht habe. Liegt es aber nicht näher, das Eindringen des CSG-Systems in die Schule daraus zu erklären, dafs auch diese etwas von demjenigen Bedürfnis zu verspüren angefangen habe, dem jenes System seinen Erfolg in der Wissenschaft gewifs allein zu danken hat? — Weniger einfach als das Verhältnis der Schule zur Wissenschaft ist das der Schule zur Technik. Wie in dem angeführten Aufsatz, so begründet Lehmann im Anhang seiner Bearbeitung von Müller's Grundrifs der Physik (14. Aufl. 1896, S. 788) das Festhalten am terrestrischen System wesentlich damit, dafs trotz aller sonstigen „Vorzüge die CGS-Einheiten für den praktischen Gebrauch nicht geeignet sind, so dafs Ingenieure und Maschinenbauer ihre Angabe noch immer in Kilogrammen, Kilogrammetern machen". Diese Begründung kann nur insoweit triftig sein, als die Schule mit den Bedürfnissen der Technik als solcher mehr oder minder mittelbar in Fühlung kommt. Das wird z. B. beim Gymnasium nur sehr mittel-

[1]) Beide Forderungen sind wiederholt und eindringlich von Ed. Maifs gestellt und begründet worden; so namentlich: Physikalische Aufgaben und ihre Verwertung im Unterrichte. Vortrag auf der 66. Naturforscherversammlung in Wien 1894. Zeitschrift f. d. Realschulwesen v. Dr. J. Kolbe, Hölders Verlag Jahrg. XX; Aufgaben über Elektrizität und Magnetismus. Wien, Pichler, 1893, Vorrede; Aufgaben über Wärme. Wien, Pichler, 1898, Vorrede.

bar oder gar nicht der Fall sein. Aber auch, wo es der Fall ist, wird sich, solange der Unterricht die erste theoretische Orientierung über die Grundbegriffe und Grundgesetze zu geben hat, sogar ein praktisch minder handsames Begriffsystem als das für die Zwecke der Schule aufklärendere erweisen und bewähren, falls es den Vorzug innerer logischer Durchsichtigkeit vor irgend einem technischen System für sich hat; und diesen theoretischen Vorzug wird man dem absoluten System nicht absprechen können. Ich glaube, dafs so ziemlich jeder Lehrer, der es, wahrscheinlich nach einigem Zögern, gewagt hat, sich der Begriffe und Namen Dyn und Erg zu bedienen, sehr bald diesen Sprach- und Begriffsgebrauch als eine positive Erleichterung gegenüber der früheren Ausdrucksweise empfunden hat; und die Schüler, die jenes Frühere überhaupt nicht kennen gelernt hatten, dürften ihn wenigstens insofern in seiner Stellungnahme für diese neuen Einheiten bestärkt haben, als ihnen ihre richtige Verwendung keine merklichen Schwierigkeiten bereitete. Ich bringe dabei den zwischen dem absoluten und dem terrestrischen System sachlich entscheidenden Grund, dafs das Gramm als Masseneinheit eine unveränderliche, als Druckeinheit eine veränderliche Gröfse ist, hier nicht erst noch einmal zur Sprache. Jedenfalls macht auch auf die Schüler eine wenigstens begrifflich unveränderliche Einheit einen besseren Eindruck als eine, wenn auch nur in der dritten Dezimale prinzipiell veränderliche.

3. Es sei übrigens nicht geleugnet, dafs im Unterricht je nach der Verschiedenheit der Kapitel mehr oder weniger häufig sich der Wunsch einstellen mag, es möchte doch nach wie vor erlaubt sein, auch einmal der Kürze halber einen Druck, speziell ein Gewicht in Gramm und Kilogramm zu messen. So ist es z. B. in der Aëromechanik gewifs bequem zu sagen, eine Atmosphäre sei ein Druck von 1033 kg oder rund 1 kg per cm^2; gewifs bequemer als zu sagen 1033×981 dyn cm^{-2} oder $cm^{-1}\,sec^{-2}\,gr$. — Ich wage hier — mit aller Zurückhaltung, welche gerade in Sachen von Terminologieen und Bezeichnungen geboten ist — die Anregung, ob man nicht, falls als Regel und Norm das CSG-System festgehalten und z. B. die ganze Geomechanik hindurch eingeübt worden ist, nun in der Hydro- und Aëromechanik aber von Gramm und Kilogramm doch im Sinne des terrestrischen Systems geredet werden soll, die ausnahmsweise Bezeichnung 𝔤 und 𝔨𝔤 zum Unterschied von der sonst gewöhnlichen g und kg (oder wie ich unter 7 für die Schule vorschlagen werde: gr und kgr) gebraucht werden könnte. Gerade die auffälligen Zeichen könnten dabei den Schüler jeden Augenblick erinnern, dafs er, um zum regelmäfsigen, nämlich dem absoluten System zurückzukehren, die Mafszahlen mit der Zahl 981 zu multiplizieren habe. Eine solche Mahnung ist etwas ganz anderes, als alle Formeln mit dem immer wiederkehrenden Faktor g zu belasten, wo doch dieser Faktor nur eine rechnerische, nicht seine ursprüngliche, physikalische Rolle zu spielen hat, da es sich hier eben nicht um Beschleunigungen, sondern um statische Vorgänge handelt.

Eben dieser Unterschied des Kinetischen und Statischen macht sich allerdings auch schon in der Geomechanik geltend. Und vielleicht wird sich die Stellungnahme für oder wider das terrestrische System bei verschiedenen Lehrern und Lehrbuchverfassern überhaupt ganz wesentlich darnach richten, ob sie die Mechanik mit der Statik oder mit der „Dynamik", letzteres Wort im älteren Sinn genommen, zu beginnen pflegen. Lehmann z. B. hat auch in seiner neuen Bearbeitung von Müllers Grundrifs als „Erstes Buch die Statik oder die Gesetze des Gleichgewichts" und als „Erstes Kapitel die Geostatik oder die Lehre vom Gleichgewicht fester Körper" angesetzt. Sogleich § 1 führt den „Begriff der Kraft" ein. Dieses Vorgehen hat die Geschichte der Mechanik für sich. Aber selbst ein so entschiedener Vertreter des historischen Prinzips wie Mach hat bei diesem Beispiel im grofsen die geschichtliche Folge seinem Lehrbuch nicht zugrunde gelegt. Wie ich glaube, völlig mit Recht. Einen den wissenschaftlichen Überzeugungen der gegenwärtigen Physik Ausdruck gebenden Begriff der mechanischen Kraft können wir nicht ohne den Begriff der Beschleunigung formulieren. Wir können nicht mehr zurück von der Überzeugung, dafs sachliche Gründe es gebieten, das Gleichgewicht als einen Grenzfall der Beschleunigungswirkungen, die Statik als einen Grenzfall der Kinetik aufzufassen. Ich vermute also — und es bleibt ganz abzuwarten,

ob die nächsten Jahrzehnte wissenschaftlicher und didaktischer Entwicklung unseres Faches dieser Vermutung recht geben —, dafs das Ausgehen von der Bewegungslehre (u. zw. ein ausreichendes Stück Phoronomie vor der Dynamik im engeren Sinn und der Energetik) auch in unsere Schulen unaufhaltsam eindringen werde und mit ihnen das absolute Mafs der Massen und Kräfte. Das terrestrische Mafs mag dann (wie ich es oben für die Hydro- und Aëromechanik anzeigte) auch schon in der Geomechanik, speziell in der Lehre von den Maschinen, als historische Reminiszenz sein wissenschaftliches Recht behalten und seine didaktisch vielleicht sogar sehr lehrreiche Rolle weiter spielen. Wie die Statik aus den ersten praktischen Bedürfnissen nach mechanischem Wissen hervorgegangen ist (Mach, Geschichte der Mechanik, Einleitung), so wäre hiermit auch noch zur gegenwärtigen Technik hinreichende Fühlung für die Schule hergestellt.

4. Viel weniger prinzipiell, aber für das tägliche Schulleben, wie gesagt, doch nicht zu umgehen, sind die folgenden weiteren Fragen, welche ganz die Namen und Zeichen als solche betreffen. Ich gedachte der handsamen Benennungen Dyn und Erg. Wir haben ähnlich handsame im Volt, Coulomb u. s. w.; sonderbarerweise aber keine für die nach den Grundeinheiten cm und sec zuerst auftretenden, die Geschwindigkeitseinheit und Beschleunigungseinheit. Hier pflegen als „Benennungen" sogleich die Zeichen $cm\,sec^{-1}$ und $cm\,sec^{-2}$ den Schülern mitgeteilt zu werden. Ich komme unter 5 auf einige Schwierigkeiten zurück, welche diesen Dimensions-Bezeichnungen überhaupt im Unterricht anhaften. Vor allem aber sei hier darauf aufmerksam gemacht, dafs es überhaupt drei ganz verschiedene Typen von Bezeichnungsweisen sind, für die je ein Beispiel die Zeichen Dyn, Volt, $cm\,sec^{-1}$ sind.

(1) Dyn weist etymologisch auf den Inhalt des Begriffes Kraft (δύναμις) hin, für dessen quantitative Bestimmung das Dyn die Einheit ist.

(2) Volt enthält einen solchen Hinweis höchstens ganz mittelbar durch eine historische Reminiszenz daran, was die Erforschung elektrischer Potentiale den Versuchen Voltas zu danken hat; ebenso bei den übrigen „Klassikernamen", wie wir die Coulomb, Watt, Farad u. s. f. kurz nennen wollen. Für den Elektrotechniker, der mit ebensolcher anschaulicher Sicherheit von den 1,8 Volt eines Chromelementes und den 100 Volt einer Lampenleitung spricht, wie der Kaufmann von Meter und Kilo, ist aber natürlich die historische Reminiszenz, wenn er sie je kannte, längst wieder ausgefallen. Der Name Volt ist also für ihn ein Wort ohne Etymon, so gut wie „Louisdor" oder „Napoleon" im Geldverkehr, oder wie die Worte „Meter" und „Kilo" für jeden Nichtphilologen.

(3) $cm\,sec^{-1}$ ist zugleich die Angabe der Grundeinheiten und der „Dimension" der Geschwindigkeit. Eine „Benennung" stellt das Zeichen gleichwohl nicht dar — dies schon aus dem Grunde nicht, weil ja z. B. auch die Einheit des Widerstandes in elektromagnetischem Mafs $cm\,sec^{-1}$ ist.

Es wäre nun an sich gewifs wünschenswert, wenn für jede Einheit Bezeichnungen nach dem gleichen Bezeichnungsmodus beständen, wobei der Vorteil freilich sogleich durch die Überfülle der Bezeichnungsmittel wieder zum Teil aufgewogen würde. Thatsächlich steht es gegenwärtig mit den Zeichen so, dafs für die weitaus kleinere Zahl etymologische Namen, für die weitaus gröfsere, namentlich in der Elektrizitätslehre, Klassikernamen und neben diesen für alle physikalischen Gröfsen, soweit sie bisher dem Dimensionskalkül unterworfen sind, Zeichen von der Form $cm^x\,sec^y\,gr^z$ vorhanden sind; freilich, was für ein Zeichen immer eine Hauptsache wäre, keineswegs alle gleich üblich und jedermann jederzeit geläufig.

Es ist klar, dafs speziell im Unterricht — um uns wieder nur auf seine Bedürfnisse zu beschränken — die etymologischen Namen von der Art der Dyn, Erg u. dgl. die weitaus willkommensten wären, eben wegen des (für den Gymnasiasten gewöhnlich wohl nicht ganz ausfallenden) unmittelbaren Hinweises auf den durch sie bezeichneten Vorstellungsinhalt. Für die Geschwindigkeitseinheit führt Lehmann (Müller's Grundrifs S. 782) die Bezeichnung 1 Kin an; ich weifs nicht, inwieweit diese Bezeichnung sonst verbreitet ist. Schon für die Beschleunigungseinheit fehlt auch bei Lehmann a. a. O. ein ähnlicher,

selbständiger Name; mir ist nicht bekannt, ob sonst schon ein Name analog „Kin" für die Beschleunigungseinheit vorgeschlagen worden ist. Was die Bezeichnung „Kin" selbst betrifft, so ist sie in sich wohl kaum sehr ausdrucksvoll. Denn mit dem κινεῖν hat es ebensowohl die Geschwindigkeit wie die Beschleunigung, kurz, die ganze Phoronomie (wie ich lieber statt Kinematik sage) zu thun; wozu noch kommt, daſs man bei Kin auch an die Kinetik (ein terminologisch gewiſs auch nicht glücklicher, weil ganz willkürlicher Gegensatz zu Kinematik=Phoronomie) denken könnte — also nicht bloſs an Geschwindigkeit, sondern auch an alles, was mit mechanischen Kräften und mechanischen Energieen zusammenhängt.

Wieder mit aller Zurückhaltung, die solchen Vorschlägen ziemt, unterbreite ich folgende zwei Zeichen einer allfälligen Erwägung:

1 cel für die Geschwindigkeit des Punktes, der 1 cm in 1 sec zurücklegt;

1 accel für die Beschleunigung eines Punktes, dessen Geschwindigkeit um 1 cel per Sekunde wächst. (Es läge ein ganz sachliches Analogon zu dem Verhältnis des zweiten und ersten Differentialquotienten in dem Hinzutreten der Silbe *ac* zu *cel.*)

Wünscht man Klassikernamen für diese beiden Einheiten, so lägen Gal[2]) und New nahe. Oder

für die Geschwindigkeitseinheit 1 Zeno, seinem „Achill und der Schildkröte" zu Ehren, dessen Pointe ja ganz auf dem Gedanken der gleichförmigen Bewegung beruht; und dann

für die Beschleunigungseinheit 1 Gal.

5. Ehe ich zu einigen Bemerkungen über die dritte, heute eigentlich offizielle Bezeichnung mittels der Dimensionen übergehe, sei daran erinnert, daſs natürlich die allereinfachste und wenigst anspruchsvolle Art der Bezeichnung die ist, wenn zu jeder Maſszahl explicite hinzugefügt wird: Geschwindigkeitseinheit, Beschleunigungseinheit, Krafteinheit, Arbeitseinheit u. s. f.; wobei zu ergänzen bliebe: im CSG-System, oder welches absolute oder technische System man sonst wählt. Insoweit entspricht dieses Hinzufügen der eingangs erwähnten Forderung, daſs man den Schüler daran gewöhne, nie eine physikalische Maſszahl ohne Hinzufügung der Maſseinheit auszusprechen. Im Zusammenhang der schriftlichen Darstellung genügt es dann, statt der schwerfälligen Wörter Geschwindigkeitseinheit die Abkürzung GE zu schreiben, ebenso Beschleunigungseinheit BE u. s. f.; aber dies natürlich nur im Zusammenhange, wenn soeben von Geschwindigkeiten, Beschleunigungen die Rede war, denn sonst könnten die Buchstaben G, B u. s. f. nicht eindeutig genug an das jeweilig Gemeinte erinnern, und den drei oben unterschiedenen Typen (1) (2) (3) von Bezeichnungsmitteln sind eben deshalb diese kurzen Zeichen jedenfalls nicht als ein vierter Typus zuzuordnen.

Insoweit es im Unterricht und speziell beim Anschreiben von Übungsaufgaben gilt, nur die Grundeinheiten als solche im Gedächtnis zu behalten, genügt es z. B. neben der Maſszahl einer Geschwindigkeit in Klammern beizufügen: (cm, sec).[3]) Die nämliche Klammer-

[2]) Galilei hat die gleichförmige Bewegung würdig gehalten, ihr den ersten (freilich bei weitem kürzesten) der drei Teile der Abhandlung „Über die örtliche Bewegung" (*Discorsi* 3. Tag) zu widmen. — *(Ostwalds Klassiker No. 24. S. 4—9)* „Die gleichförmige Bewegung müssen wir allem zuvor beschreiben". In einer Reihe von Definitionen, Axiomen und Theoremen wird in Form von Proportionen auseinandergesetzt, was uns heute mathematisch durch die Gleichung $s = c \cdot t$ erschöpfend gesagt zu sein scheint; ob freilich auch psychologisch, ist schon eine ganz andere Frage (vgl. die Bemerkungen von Poske, ds. Ztschr. III 161, und hierzu einige Bemerkungen von mir VIII 125). — Ich wäre Kennern der Geschichte der Mechanik für Mitteilungen darüber dankbar, ob sich systematische Erörterungen über Geschwindigkeit, entsprechend der „Definition" $c = s/t$ u. dgl., schon vor Galilei finden.

[3]) Prof. Dr. Ed. Maiſs bemerkt zu diesem Vorschlag: „Ich ziehe die Bezeichnung 1 *a. G. E.*, 1 *a. B. E.*, u. s. w., der Bezeichnung (cm, sec) aus folgenden Gründen vor:

Da von absoluten Maſssystemen nur mehr das CGS-System im Gebrauch ist (Dank den Bemühungen der Elektriker-Congresse 1881 und 1893), in der Schule also auch ein anderes gar nicht inbetracht kommt, soweit es die Einübung des Lehrstoffs betrifft, so deutet das a. (absolut) schon auf die Grundeinheiten hin. Diese bedürfen aber schon deshalb keiner beständigen ausdrücklichen Erinnerung, weil ja das metrische Maſssystem auch im arithmetischen und geometrischen Unterrichte

bezeichnung erstreckt sich auch auf Beschleunigungen. Statt der Bezeichnung Dyn wäre hiernach zu setzen (cm, sec, gr) und letzteres Zeichen, welches an alle drei Grundeinheiten erinnert, wäre dann auch den meisten physikalischen Rechnungen überhaupt beizusetzen; denn im ganzen ist es nur eine Ausnahme, wenn eine oder zwei der drei Einheiten auf das Resultat gar keinen Einfluſs haben. Man könnte eben dies gegen das Anbringen solcher Notizen überhaupt anführen. Denn was sollen Zeichen, die Mehrerem zu bezeichnenden gemeinsam sind? Warum Geschwindigkeit und Beschleunigung durch (cm, sec) bezeichnen, wenn man die wohlunterschiedenen Zeichen cm sec^{-1} und cm sec^{-2} dafür haben kann und thatsächlich in der Wissenschaft ganz allgemein hat? — Demgegenüber erinnere ich daran, daſs ich diese Zeichen (cm, sec), (cm, sec, gr) nicht an Stelle der Dimensionsbezeichnungen empfehle, sondern, wie gesagt, nur als Notizen, welche den Anfänger an die Grundeinheiten erinnern

---

das einzig verwendete ist und hier stets die Ableitung des Gramm aus dem Centimeter vorgenommen wird, wodurch diese beiden Einheiten eine gewisse Auszeichnung genieſsen, an die der Name CGS-System sofort bei Einführung dieses absoluten Systems in der Physik erinnert. Daſs die Sekunde den genannten beiden Einheiten sich anschlieſst, haftet deshalb sogleich im Gedächtnisse des Schülers, weil in den Anfangsgründen des physikalischen Messens (freier Fall, Bewegung auf der schiefen Ebene) thatsächlich sofort Sekundenschläge gezählt und mit Sekundenzahlen die Rechnungen durchgeführt werden; ferner deshalb, weil unvermeidlich der Name CGS-System öfters ausgesprochen wird, gleichgiltig welchen Bezeichnungstypus man acceptiert hat.

Sind nun einmal die Grundeinheiten zweifellos gegenwärtig, dann ist wohl das Hauptbedürfnis für den Anfänger eine sichere Bezeichnung der Gröſsenart, die in die Rechnung eingeht oder aus der Rechnung sich ergiebt.

Soll z. B. die Capacität einer Franklinschen Tafel aus dem Flächenraum der Belegung, der Dicke des Dielektricums und der Dielektrizitätsconstante berechnet werden, so wäre nach Höflers Vorschlag dem Resultate beizusetzen (cm). Wird das der Schüler sofort wissen können? Ich glaube nicht; und wie wird er sprechen? Wohl aber wird er sofort wissen, daſs seine gefundene Zahl eine Anzahl absoluter elektrostatischer Capacitätseinheiten sein muſs, so daſs er sofort sprechen und schreiben kann: die Tafel besitzt eine Capacität von so und so viel a. st. C. Und nun tritt an ihn erst die Forderung heran zu sagen, was er unter 1 a. st. C. verstehe: die Capacität einer Kugel von 1 *cm* Halbmesser nämlich, so daſs die Capacität der Tafel soviel a. st. C. enthält, wie der Radius einer Kugel von gleicher Capacität cm. Sachlich ist es, wie dieses Beispiel zeigt, nur sehr mittelbar begründet, daſs hier sec und g keine Rolle spielen.

In gleicher Weise scheint es mir für den Schüler leichter und anregender, zu sprechen und zu schreiben, ein Leitungswiderstand betrage w a. m. W. (= absolute elektromagnetische Widerstandseinheiten) als zu schreiben — sprechen läſst sich das überhaupt nicht —: w (cm, sec). Setzt doch einerseits letztere Schreibweise die sofortige Orientierung über die dermalen sachlich noch nicht begreifliche Unabhängigkeit des Widerstandes von der Masse des Leiters voraus, und fordert anderseits die Notierung der für den Schüler aus den eingangs erwähnten Gründen ganz selbstverständlichen Einheiten cm, sec zu gar keiner weiteren, gewiſs nicht zu einer präzisen Fragestellung auf. Die Bezeichnung a. m. W. dagegen zwingt sofort zur Definition dieser Einheit, bezw. zur Wiederholung der ganzen in diesem Falle ziemlich langen Schluſsreihe, die zur verlangten Definition führt.

Die Zweckmäſsigkeit der von mir empfohlenen Bezeichnung — dieselbe ist übrigens schon bei R. Weber zu finden — ergiebt sich aber besser als durch Überlegungen beim Examinieren in der Schule, sobald das Examen, wie ja auch Höfler befürwortet, an der Hand concreter Beispiele vorgenommen wird.

Ob die Bezeichnungsweise einen eigenen Typus zu bilden die notwendige Eignung besitzt oder nicht, kann im praktischen Unterrichte nicht inbetracht kommen. Daſs man sie auf den höchsten Stufen des Unterrichtes immer weniger verwenden und dafür Dimensionsbezeichnungen immer mehr einführen wird, ist selbstverständlich, da die Wissenschaft nur der letzteren sich bedient.

Ich glaube, daſs durch die empfohlene Bezeichnungsweise der Einführung der Dimensionsbezeichnungen vorzuarbeiten ist, und daſs die Schüler, insofern die Dimensionsbezeichnungen nur in einfachen Fällen verlangt u. zw. nur als Übungsstoff verlangt werden können, da eine leichtere Bezeichnung ohne sie möglich ist, entlastet werden, ohne daſs man das eingeführte absolute Maſssystem im Unterrichte zum Zwecke einer Entlastung übergehen müſste."

sollen. Es wird genug Fälle geben, in welchen eine solche Erinnerung unbedingt Bedürfnis ist, auch wenn man den Schüler nicht in die Geheimnisse des Dimensionskalküls einweihen kann oder will. Läfst man z. B. den Schüler die Beschleunigung des Mondes gegen die Erde hin aus den zunächst geläufigen Angaben des Abstandes in Erdradien und der Umlaufszeit in Tagen berechnen und sie vergleichen mit der Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche nach cm und sec, so sind Rechenfehler geradezu unausbleiblich, wenn dem Schüler nicht während der ganzen Rechnung gegenwärtig bleibt, was von den ersteren Gröfsen noch in *cm* und *sec* umzurechnen ist. Diese Mahnung ist allerdings durch das Dimensionssymbol der Beschleunigung cm sec^{-2} ebenfalls ausreichend, aber auch mehr als ausreichend gegeben; denn die Beifügung des Exponenten -2 blofs zu diesem Zwecke ist nicht nötig, ausgenommen die Möglichkeit, dafs der Schüler erst zum Schlufs die Umrechnungszahlen einführen will. (Lehrreich wird es sein, gerade an dem so grundlegend wichtigen Beispiele der Mondbeschleunigung beide Möglichkeiten consequent durchführen zu lassen.)

6. Auf die Gefahr hin, zu ähnlichem Widerspruch zu reizen wie Lehmann durch seine Bedenken gegen das CSG-System, versuche ich, zu einem Mafshalten in der Anwendung der Dimensionsbezeichnungen im Unterricht zu mahnen. Hier einige wenige Gründe dieser Mahnung.

Es ist gewifs nicht schwierig, seine Schüler von vornherein dazu anzuhalten, dafs sie eine Geschwindigkeitseinheit nicht anders als durch cm sec^{-1}, eine Beschleunigungseinheit durch $cm\,sec^{-2}$ bezeichnen. Ist dieses Prinzip der Dimensionsbezeichnung einmal aufgestellt, so wird man dann nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dafs das Dyn keine Grundeinheit, sondern $\text{cm sec}^{-2}\,\text{gr}$ sei, man wird das Erg als $\text{cm}^2\,\text{ecs}^{-2}\,\text{gr}$ schreiben lassen, man wird darauf aufmerksam machen, dafs die Gravitationsconstante entsprechend den Gleichungen $f = x\,Mm/r^2$ und $f = mw$, also $\text{gr cm sec}^{-2} = x \cdot \text{gr}^2\,\text{cm}^{-2}$ den Wert $x = 0{,}0000\,00\,68\ \text{cm}^3\,\text{sec}^{-2}\,\text{gr}^{-1}$ habe; ähnlich die Einheit der elektrischen Menge gemäfs der Gleichung $f = e_1\,e_2/r^2$ die Dimension $\text{cm}^{3/2}\text{sec}^{-1}\,\text{gr}^{1/2}$. Während sich aber so die Dimensionsbezeichnungen nach einem immer wiederkehrenden Gedankengange ganz leicht und consequent aus den Definitionsgleichungen ergeben, mag sich doch ganz unmerklich der Schatz wohldefinierter Einheiten als ein allgemach etwas unbequemer bemerklich machen. Von Fachgenossen, welche sich als unbedingte Anhänger des CSG-Systems und der Dimensionsbezeichnungen bekannt hatten, habe ich auf die Anfrage, wie sie es mit den Exponenten der Dimensionen halten, unter mehr oder weniger Einschränkungen vernommen, dafs sie diese „natürlich nicht auswendig lernen lassen“. Ich fragte weiter, ob, wenn eine solche Einheit z. B. der elektrostatischen Menge, angeschrieben werden soll, jedesmal die Entwicklung von neuem vorgenommen werde, falls sie nicht zufällig infolge recht ausgiebiger Übung doch im Gedächtnis haften geblieben sei. Es wurde mir zum Teil bejaht, zum Teil verneint. Alles in allem empfinde ich aber den Eindruck, dafs, wenn das Memorieren oder auch nur das jeweilige Entwickeln der vollständigen Dimensionsbezeichnungen für jede der im Unterricht vorkommenden Arten von Einheiten verlangt würde, allerdings der Vorwurf Lehmanns nahe liege, dafs es „einen sehr grofsen Teil ihrer Arbeitskraft und Zeit in Anspruch nimmt, der weit nützlicher verwertet werden könnte“.

Zwischen Allem und Nichts dürfte es aber auch in Sachen der Dimensionsbezeichnungen im Unterricht eine rechte Mitte geben. Gewifs soll der Schüler diese Art der Bezeichnung überhaupt kennen oder verstehen lernen, und er soll einige der einfachsten, wie die für Geschwindigkeit und Beschleunigung, sich auch einprägen und gewandt anwenden. Später, bei Einführung des Dyn, wäre zu erinnern, dafs dies trotz der einfachen Bezeichnung im CSG-System keine Grundeinheit ist, sondern wegen $p = mg$ die Dimension $\text{cm sec}^{-2}\,\text{gr}$ besitzt. Desgleichen wird in der Elektrizitätslehre mehrmals von den Dimensionssymbolen Anwendung zu machen sein, so bei der Definition der elektrostatischen Mengeneinheit, welche als ein charakteristisches Beispiel für den Grund des Auftretens gebrochener Dimensionsexponenten zu erörtern sein wird. — Für die meisten anderen Zwecke aber dürfte, wie oben

begründet worden, die Notiz (cm, sec) oder (cm, sec, gr) ausreichen, also die Grundeinheiten ohne die Dimensionsexponenten.

Auf alle Fälle aber sollte, wenn der Ausdruck „physikalische Dimension" eingeführt wird, nicht unterlassen werden, darauf hinzuweisen, dafs und inwiefern auch schon bei geometrischen Mafsgröfsen wie a^2 und a^3 für Quadratfläche und Würfelvolumen die Exponenten als Dimensionszahlen gelten; es führt dies zurück auf eine Erörterung darüber, warum wir überhaupt der Linie und Fläche (auch der krummen) 1 und 2, dem Körper und dem Raume überhaupt 3 „Dimensionen" zuschreiben.

Es sei übrigens hier kurz erinnert, dafs die Art, wie gegenwärtig von physikalischen Dimensionen geredet wird, nicht unwesentlich abweicht von der ursprünglichen Fourierschen Ausdrucksweise. Fourier[4]) sagt z. B.: die Geschwindigkeit ist nach der Länge von der Dimension + 1, nach der Zeit von der Dimension — 1. Heute sagt man: die Dimension der Geschwindigkeit ist LT^{-1}, sie ist $cm\,sec^{-1}$. Offenbar steht die letztere Ausdruckweise der ursprünglichen geometrischen, nach welcher die Fläche 2, der Raum 3 Dimensionen hat, noch um einen oder einige Schritte ferner als die Fouriersche (— man pflegt auch nicht zu sagen, dafs die Fläche nach der Länge von der Dimension 2 sei). — Die gesetzlichen und überaus bequemen Bezeichnungen cm^2, cm^3 haben uns gegen die Unmöglichkeit, an den Einheiten selbst Potenzierungen auszuführen, noch unempfindlicher gemacht, als es Manche ohnehin sind (man vgl. z. B. in Hoffmanns Zeitschrift die immer wieder sich erneuernden Versuche, das Quadrat selbst aus der Multiplikation der Seiten selbst hervorgehen zu lassen).

7. Schliefslich habe ich noch zwei Eigenmächtigkeiten zu entschuldigen, welche ich mir im vorstehenden oftmals erlaubt habe. Die eine betrifft die Abkürzung gr für Gramm. Vorgeschrieben ist bekanntlich die Abkürzung g. Es liegt mir ferne, das geringste gegen die strenge Einheitlichkeit offizieller Bezeichnungen für Mafse, Gewichte, Münzen u. s. w. zu sagen. Ich halte es z. B. nicht für überflüssig, ausdrücklich festzusetzen, dafs der Bezeichnung M kein Punkt beizusetzen ist u. dgl. Die Frage ist also nicht, ob der — ohnedies aussichtslose — Vorschlag aus Schulkreisen an die Behörden zu richten sei, es möchten statt der Bezeichnungen g, dkg, kg die anderen gr, dkgr, kgr verwendet werden; sondern ich möchte nur wieder auf eine Unbequemlichkeit, nämlich eine sehr naheliegende Verwechslung hinweisen, welche sich für den Anfänger ergiebt, wenn er den Buchstaben g bald für Gramm, bald für Beschleunigung verwenden soll. Die Verwechslung liegt um so näher, als in allen Formeln und Erörterungen, welche mit der Gleichung $p = mg$ zusammenhängen, derselbe Buchstabe für die beiden Bedeutungen fortwährend ganz in einem und demselben Zusammenhang benötigt werden. Z. B. 1 g erhält infolge der Schwere g BE, aber auch mg erhalten g BE. Dabei üben diese mg auf die Unterlage einen Druck von mg Dyn u. s. f. Dazu kommt, dafs auch für das Milligramm die Bezeichnung mg besteht. Es käme auf eine Probe, eine Statistik an, wieviele Schüler über einen Satz wie den folgenden ohne Anstofs und ohne Mifsverständnis hinwegkommen: „Eine Kraft wird gemessen durch mg Dyn; ein Dyn ist gleich dem Schweredruck eines mg." Natürlich sind die aus dieser Doppeldeutigkeit der Zeichen mg sich ergebenden Schwierigkeiten keine ernstlichen für denjenigen, der einmal die Sache selbst innehat. Aber der Anfänger als solcher hat sie eben noch nicht inne, und während sonst consequent gewählte Zeichen das Eindringen in die Sache in der Regel immer bis zu gewissem Mafse erleichtern, müssen inconsequente es in bedeutend stärkerem Mafse erschweren. Auskunftsmittel sind hier, die Mafszahlen *cursiv*, die Mafseinheiten antiqua zu drucken oder umgekehrt[5]). Das nächstliegende Mittel aber, welches allen diesen Schwierigkeiten mit einem Schlage, d. h. durch einen Buchstaben abhelfen läfst, ist die Abkürzung, für Gramm nicht g, sondern gr zu schreiben. Und zwar genügt es, sich dieser Krücke nur solange zu bedienen, bis das Eindringen in die Sache erreicht ist. Es können zu diesem Behufe die Schüler in der

---

[4]) Theorie der Wärme 1876, deutsch von Weinstein (Springer 1884) S. 97.

[5]) Anm. des Herausgebers. In dieser Zeitschrift werden fortan die *Mafszahlen cursiv*, die Mafseinheiten antiqua gedruckt werden.

ersten Physikstunde, in welcher der Begriff des Gramm und die Gleichung $p = mg$ vorkommen, daran erinnert werden, dafs staatlich das Zeichen g, nicht gr vorgeschrieben sei, und sie können aufgefordert werden, sich sobald als möglich, auch wenn statt gr wieder g geschrieben wird, vor Verwechslungen mit dem $g = 981$ cm sec^{-2} zu hüten. Aber ganz, glaube ich, sollte man auf die Krücke nicht verzichten, falls es sich zeigt, dafs ohne ihre Benutzung die Schüler vielleicht wirklich mehr oder weniger lange überhaupt nicht zur sachlichen Klarheit gelangen. Wenn sich die Schule aus ihren Bedürfnissen heraus vorübergehend diese Modifikation der staatlich vorgeschriebenen Bezeichnung erlaubt, so mag noch zu weiterer Rechtfertigung dienen, dafs die staatlichen Bezeichnungen eben für Kaufleute im weitesten Sinne des Wortes vorgeschrieben sind, in deren Interessenkreis gewifs nicht neben das g im Sinn von Gramm auch noch irgend ein anderes g, z. B. die Schwerebeschleunigung fällt, so dafs für die offizielle Bezeichnung in der That die Ersparnis des r ganz zweckmäfsig war. Übrigens findet sich z. B. das Zeichen gr gelegentlich auch bei Mach (z. B. *Naturlehre für die oberen Classen § 379*, wo die Gravitationsconstante so geschrieben ist: $\varkappa = 0{,}000\,000\,68$ gr^{-1} cm^{3} sec^{-2}. Wo der Begriff des Gramm zuerst eingeführt wird, wird als Zeichen g angegeben, a. a. O. § 50).

Ähnliche Bedenken wie unter den geschilderten Umständen gegen die kurze Bezeichnung g statt gr sprechen auch gegen die gelegentlich anzutreffende c statt cm und s statt sec, denn auch c und s sind Formelbuchstaben für Geschwindigkeit und Weg und kommen also gerade in denjenigen Capiteln zu Beginn der Mechanik am häufigsten vor, wo auch die Einheiten Centimeter und Sekunde immer mitzuführen sind. Diese Verwechslung liegt dagegen nicht vor, wenn, um vom Centimeter-Sekunden-Grammsystem zu sprechen, die grofsen Anfangsbuchstaben CSG gebraucht werden.

Ich möchte hier auch nebenbei bemerken, dafs die Formulierung der Definitionen, welche Lehmann (im Anhang zu Müllers Grundrifs, S. 781—789) in übrigens sehr dankenswerter Weise zusammenstellt, deshalb nicht die zweckmäfsigste sein dürfte, weil jede dieser Definitionen genau das nämliche *genus proximum* hat oder doch zu haben scheint. Lehmann formuliert nämlich so:

Eine Länge mifst 1 CGS, wenn sie 1 cm beträgt.

Eine Masse beträgt 1 CGS, wenn sie 1 g wiegt [— nebenbei bemerkt, darf in dieser Definition nicht von „wiegt“ die Rede sein, weil ja hier das absolute Mafssystem dargestellt werden soll, wo die Masse nicht ein Gewicht ist].

Eine Zeit dauert 1 CGS, wenn sie eine Sekunde währt.

Eine Geschwindigkeit beträgt 1 CGS (1 Kin), wenn der in 1 CGS (1 Sekunde) zurückgelegte Weg 1 CGS (1 cm) beträgt, u. s. f.

Lehmann hält dieses Immerwiederkehren des *genus proximum* 1 CGS ausdrücklich für einen Vorteil, da „man das Gedächtnis nicht mit einer Unzahl schwer zu merkender Definitionen zu belästigen braucht. Ja es ist sogar nicht einmal nötig, Bezeichnungen dieser Einheiten sich zu merken, denn sie haben alle den gemeinschaftlichen Namen CGS-Einheiten . .“ Mir will vielmehr scheinen, dafs gerade durch dieses Überallwiederkehren dieser Teil der Definition als überflüssig erwiesen ist. Es hätte ein für allemal heifsen können: Im CGS-System ist die Längen-Einheit 1 cm, die Massen-Einheit 1 g, die Zeit-Einheit 1 sec, die Geschwindigkeits-Einheit diejenige Geschwindigkeit, mit der in 1 sec 1 cm zurückgelegt wird u. s. f. Auch der den Definitionen unmittelbar vorausgeschickte Satz „Besondere Namen besitzen die Einheiten nicht, sondern sie werden kurz CGS- d. h. Centimeter-Gramm-Sekunden-Einheiten genannt“ (S. 181), trifft nicht allgemein zu. Denn Lehmann führt ja selbst die Namen 1 Kin, 1 Dyne, 1 Erg u. s. f. an (S. 182). —

8. Die andere Eigenmächtigkeit, die ich mir im vorstehenden erlaubt habe und welche ich hier noch ausdrücklich in Vorschlag bringe, besteht darin, statt vom „Centimeter-Gramm-Sekunden-System“ lieber vom „Centimeter-Sekunden-Gramm-System“ zu sprechen und demgemäfs nicht CGS, sondern CSG zu schreiben. Der Grund hierfür ist diesmal wieder nicht blofs ein didaktischer, sondern ein ganz wesentlicher, ja tief in der Sache selbst begründeter. Ich meine das allgemein zugegebene logische Verhältnis der drei Disziplinen Geometrie,

Phoronomie, Dynamik, von welchen jede folgende sich auf die vorausgehende notwendig aufbaut, während die vorausgehenden von den nachfolgenden gänzlich unabhängig sind. Der Geometrie gehört das cm, der Phoronomie die sec, der Dynamik das Gramm an. Es ist also auch in jeder systematischen Entwickelung der Mechanik das die einzig natürliche Reihenfolge, in welcher die Einheiten nach einander eingeführt werden. Dieser Rücksicht gegenüber fällt die andere, dafs CGS die alphabetische Reihenfolge ist, gewifs nicht in Betracht; und für die gelegentlich ebenfalls zu findende Reihenfolge GCS (z. B. bei Herwig, Physikalische Begriffe und absolute Mafse, 1880, S. 3 u. a.) spricht überhaupt nichts oder höchstens die herkömmliche Schreibung des Produktes mg statt gm. — Anders freilich, wenn man (wie oben unter 3. erörtert) mit der „Statik" im alten Sinne beginnt und das „Gramm" als Krafteinheit definiert; dann kommen in der That zuerst die Einheiten cm und gr (oder gr und cm) und erst mit der Phoronomie und Dynamik (letztere im alten oder neueren Sinn genommen) die sec vor.

Sollte die Erörterung über die von Lehmann in Flufs gebrachte Frage, ob absolutes oder terrestrisches System im Unterricht in diesen Blättern fortgesetzt werden, so würde ich als ersten Diskussionspunkt die Stellungnahme zur Frage, welcher von den beiden Begriffen der Kraft und der Masse für ein natürliches System der Mechanik primär sei, in Vorschlag bringen. Es mag scheinen, dafs, wer für das absolute System Stellung nimmt, hiermit auch sich für den Primat des Massenbegriffs vor dem Kraftbegriff entschieden habe. Es sei mir gestattet, für diesmal noch ohne Angabe von Gründen[6]) zu constatieren, dafs der einzige wirklich primäre Begriff der Dynamik, nämlich derjenige, welcher beim Übergang von der Phoronomie zur Dynamik als ein drittes phänomenales Datum neben den phoronomischen Begriffen Weg und Zeit eingeführt werden mufs, die „mechanische Spannung"[7]) sei. Ihr zunächst steht dann der (schon nicht mehr phänomenale) Begriff der Kraft und erst dieser kann der der Masse folgen. Es sei nicht verschwiegen, dafs man vielleicht hieraus ein streng theoretisches, sogar erkenntnistheoretisches Argument gegen das absolute System schmieden könnte. Die Gründe für das absolute System lägen dann gerade nicht in der Theorie, sondern in der Praxis, nämlich der Aufbewahrbarkeit der „Masseneinheit" (diese nun freilich wieder als ein „Körper", nicht als eine „mechanische Eigenschaft" verstanden) gegenüber der Nichtaufbewahrbarkeit der Kraft- und Spannungseinheit.

---

[6]) Eine wirklich auf den Grund gehende Erörterung würde z. B. dem Problem einer psychologisch-logischen Analyse des Massen-Begriffes nicht aus dem Wege gehen können. Darüber freilich sind wohl Alle einig, dafs die Newtonsche Definition: „Masse = Quantität der Materie" nicht ausreicht, sondern dafs zum mindesten hinzugefügt werden mufs, wonach die Quantität ihrerseits wieder bestimmt werden soll, ob nach dem Volumen, der chemischen Energie oder wie es ebenfalls der Sache (wenn auch vielleicht dem Worte nach) nicht zu umgehen ist, nach der Gröfse der „Beharrung". Aber mit der Forderung, man müsse „Masse" nicht als „Substanz", sondern als Eigenschaft der Körper fassen, haben wenigstens alle jene noch nicht Ernst gemacht, welche „zwei Massen" einander anziehen, auf einander stofsen lassen u. dgl. mehr. Auch wenn in Richmanns Regel $u = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$ die Mengen der gemischten Stoffe kurzweg als deren „Masse" ausgesprochen und geschrieben werden, versteht es sich nicht von selbst, wie die „mechanische Masse" ohneweiters zugleich zur Rolle einer „thermischen Masse" komme. — Auch über diese Vorfragen ein anderes Mal mehr.

[7]) Einiges hierüber in meiner Abhandlung „Psychische Arbeit". Ztschr. f. Psychologie von Ebbinghaus, VIII. Bd. In Sonderausgabe bei Voss, Hamburg 1894 (128 S.). — Es war mir insbesondere wertvoll, mich dort auf Max Planck berufen zu können, der in seinem Energie-Buch (S. 149—152) entschieden für die Drei-, nicht Zweiheit der mechanischen Grundphänome eintritt, nämlich ausser Weg und Zeit noch die „Empfindungen des Muskelsinnes" oder „Druckempfindungen" für die vollständige Beschreibung mechanischer Erscheinungen verlangt.

Physikalische Aufgaben.

1. Welche Ausdehnung mufs ein ebener Spiegel haben, wenn ein zwischen ihm und einem Gegenstande befindliches Auge den Gegenstand vollständig sehen soll?

Antwort: a) Bei paralleler Stellung von Gegenstand und Spiegel. Befindet sich vor dem vertikal stehenden Spiegel mn (Fig. 1) der aufrechtstehende Gegenstand AB, so kann ein im Punkte O befindliches Auge den Gegenstand im Spiegel vollständig sehen, wenn der Grenzstrahl Am nach seiner Reflexion noch in das Auge gelangt.

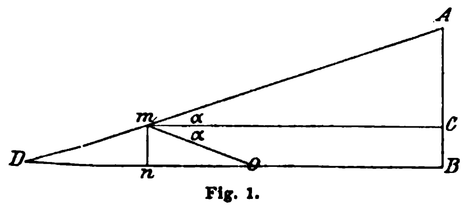


Fig. 1.

Setzt man die Gegenstandsgröfse $AB = L$, die Spiegelgröfse $mn = l$, die Entfernung des Gegenstandes vom Spiegel $Bn = D$ und die Entfernung des Auges vom Spiegel $On = d$, so ergiebt sich aus der Ähnlichkeit der Dreiecke ACm und mnO:

$$l : d = (L - l) : D \text{ und daraus } l = \frac{d}{D + d} L.$$

Die Diskussion dieser Gleichung liefert z. B. für $d = D$ $l = \frac{L}{2}$, für $d = \frac{D}{2}$ $l = \frac{L}{3}$ u. s. w. Soll bei gegebener Gegenstandsgröfse und fixem Augpunkte die Spiegelgröfse durch Construktion gefunden werden, so braucht man nur $Dn = On$ zu machen, den Punkt D mit A zu verbinden, wodurch der Schnittpunkt m erhalten wird.

b) Bei geneigter Stellung des Gegenstandes zum Spiegel. Befindet sich das Auge in der zur Spiegelfläche XY senkrechten Geraden CC' im Punkte O und ist AB der Gegenstand, so ist, wie leicht ersichtlich, zum vollständigen Sehen des Bildes $A'B'$ die Spiegelgröfse MN erforderlich. (Zur Ausführung der Construktion wurde $EO' = EO$ gemacht.)

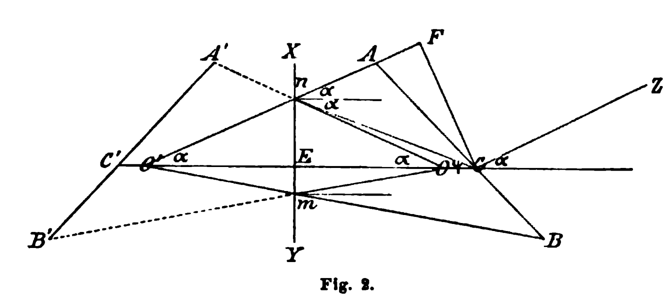


Fig. 2.

Um die Rechnung zu vereinfachen, betrachtet man den oberhalb oder unterhalb der Geraden CC' befindlichen Teil des Gegenstandes gesondert, dann ist EN der Spiegel für AC und EM der Spiegel für BC.

Bezeichnet man die Gegenstandsgröfse AC mit L, die dazugehörige Spiegelgröfse mit l, die Entfernung des Punktes C vom Spiegel mit D, den Abstand des Auges vom Spiegel mit d und den Neigungswinkel des Gegenstandes gegen die Gerade CC' mit φ, so ergiebt sich aus dem Dreiecke ACE: $L : (D + d) = \sin \alpha : \sin (\alpha + \varphi)$ oder

$$L = \frac{(D + d) \sin \alpha}{\sin (\alpha + \varphi)} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 1)$$

Aus dem Dreiecke OEN ist $\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{d}$, demnach

$$\sin \alpha = \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} \text{ und } \cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + l^2}}.$$

Setzt man diese Werte in die Gleichung 1, so erhält man nach der Reduktion:

$$L = \frac{l (D + d)}{d \sin \varphi + l \cos \varphi} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

und nach l aufgelöst

$$l = \frac{L d \sin \varphi}{D + d - L \cos \varphi} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 3)$$

Aus der Diskussion dieser Gleichungen ersieht man den Zusammenhang der darin vorkommenden Gröfsen. Insbesondere ergeben sich spezielle Fälle durch Veränderung des Winkels φ:

Steht der Gegenstand zur Spiegelfläche parallel, dann ist $\varphi = R$ und

$$L_1 = l\,(D + d)\,/\,d.$$

Wird bei dieser Lage des Gegenstandes die Augdistanz abgeändert, so ergeben sich für $d = D$, $d = D/2$, $d = D/3$, u. s. w. für l der Reihe nach die Werte $L/2$, $L/3$, $L/4$, u. s. w.

Den kleinsten Wert für L erhält man aus Gleichung 1, wenn für φ der Winkel $R - \alpha$ gesetzt wird. Es ist dann:

$$L_2 = (D + d)\,\sin\alpha = CF,$$

wobei CF senkrecht auf dem Randstrahl NF steht.

Setzt man in der Gleichung 1 für φ den Winkel $2\,R - \alpha$, so hat der Gegenstand eine zum Randstrahl NF parallele Lage CZ, es wird dann:

$$L_3 = \infty$$

Setzt man für $\varphi = 2\,R$, so ergiebt sich aus Gleichung 3 $l = 0$ und aus Gleichung 2

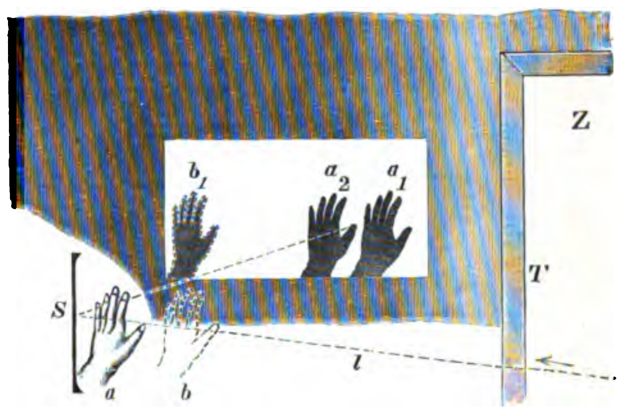
$L_4 = {}^0/_0$ oder unbestimmt.

Dreht man endlich den Gegenstand BC um C in der Richtung gegen den Spiegel, bis der Spiegel erreicht wird, so wird tg $\varphi = l/D$. Setzt man die daraus abgeleiteten Werte sin $\varphi = l/\sqrt{l^2 + D^2}$ und cos $\varphi = D/\sqrt{l^2 + D^2}$ in Gleichung 2 so erhält man nach der Reduktion: $L_5 = \sqrt{l^2 + D^2} = CN$, ein Wert, der auch aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Julius Sonntag, Znaim.

Denkaufgaben.

2. Läfst man auf einen Wandspiegel S (s. Fig.), der an der Längsseite eines schmalen Zimmers oder eines engen Ganges aufgehängt ist (ein Toilettespiegel im Corridor zeigt günstige Bedingungen), bei Abend das grelle Licht einer nur mit dem Glascylinder bedeckten Lampe, die im gegenüberliegenden Zimmer (Z, mit der Thür T) in wenigen Metern Entfernung aufgestellt ist, fallen, so entsteht natürlich an der dunklen Gegenwand ein reflektierter heller Schein, der die Form des Spiegels genau wiedergiebt. Hält man nun die Hand (a) ziemlich dicht vor den Spiegel, so erscheinen an der Wand zwei Schattenbilder nebeneinander ($a_1\,a_2$). Bewegt man die Hand langsam gegen den reflektierten Schein hin, so bewegen sich beide Bilder, meist ungleich schnell; bei einer bestimmten Bewegung der Hand (b) kann man bewirken, dafs je ein Bild (z. B. a_1) stehen bleibt, während das andere allmählich zur Seite rückt (b_1). Wie sind diese Erscheinungen zu erklären?



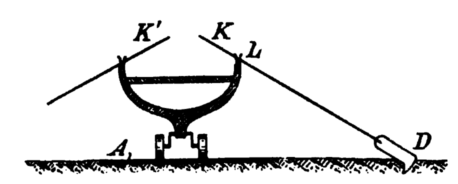
Antwort: Das eine ist das direkte, das andere das indirekte Schattenbild.

Legt man die Hand direkt auf die Spiegelfläche, so wird dadurch eine tote Stelle im Spiegel abgegrenzt, die nicht reflektieren kann; sie macht sich an der Gegenwand als dunkles Bild der Hand bemerkbar, das übrigens von einem schwachen Saum umgeben ist, wegen der Reflexion des Lichtes sowohl an der vorderen Glasfläche als auch an der eigentlichen Spiegelbelegung. Dieselbe tote Stelle (nur ein wenig vergröfsert) entsteht, wenn man die Hand in der Richtung der Lichtquelle allmählich vom Spiegel entfernt: es entsteht also das direkte Schattenbild der Hand auf dem Spiegel, das in gleicher Weise an der Gegenwand, als Schattenbild a_2, wahrnehmbar wird (vgl. z. B. den Strahl l). Indem man aber die Hand entfernt, trifft noch ein Teil der reflektierten Strahlen, welche das Wandfeld rechts von a_2 erhellen, die Hand von hinten, d. h. die dem Spiegel zugewandte Handfläche, — die Hand stellt sich als Hindernis in den Gang dieser Strahlen —: es entsteht, bei genügendem Entfernen der Hand von der Spiegelfläche, das indirekte Schattenbild a_1 an der Wand (auch als

direktes Schattenbild zu bezeichnen, sofern man den Spiegel als Lichtquelle auffaſst). — Hiernach ergiebt sich leicht, daſs das Schattenbild a_1 stillstehen bleibt, wenn man die Hand gegen dasselbe hin bewegt, z. B. in die Lage b bringt, und daſs das direkte Schattenbild wandert (nach b_1); ferner, daſs beide Bilder wandern, wenn man die Hand weder genau in der Richtung der Lichtquelle noch in der Richtung des indirekten Schattenbildes vom Spiegel entfernt.

8. Bei der Durchnahme der verschiedenen Anwendungen des Hebels leuchtet der Satz „das Ruder ist ein einarmiger Hebel“ gewöhnlich nicht ohne weiteres ein, da fast jeder Schüler den Fehler begeht, den Drehpunkt dorthin zu verlegen, wo das Ruder am Boot aufliegt. Eine genaue Erörterung des Beispiels ist, gerade wegen des Paradoxen, immerhin lohnend und findet stets ein besonderes Interesse. Wie läſst sich nun der genannte Satz durch eine Übertragung der ganzen Bootbewegung auf eine feste Bahn leicht verdeutlichen?

Antwort: Man denke sich das Boot nach Art eines Skating-Schlittschuhes unten am Kiel mit kleinen Rollenpaaren ausgerüstet, so daſs es sich bei Ruhe im stabilen Gleichgewicht befindet. Es stehe ferner auf einer glatten schmalen Bahn von Asphalt (A, s. Fig.), neben der sich zu beiden Seiten Sand ausbreitet. Schlieſslich denke man sich die Ruder am Ende mit einer pflugähnlichen eisernen Schneide oder auch mit einer längeren, abwärtsgerichteten Spitze versehen. Setzt nun die im Boot befindliche Person die Ruder in Thätigkeit, so bildet sich an der Einsenkungsstelle der letzteren in den Sand, D, ein fester Drehpunkt (Ende des Hebels); der Angriffspunkt der Kraft, welche den in der Mitte befindlichen Widerstand (bei L) zu überwinden, d. h. das Boot fortzuschieben hat, liegt am anderen Ende des Hebels (K): der typische einarmige Hebel ist fertig. Die Übertragung auf das Wasser bietet keine Schwierigkeiten mehr; man weise hier auf die Beobachtung hin, daſs das Ruder im groſsen und ganzen an derselben Stelle im Wasser, wo man es einsenkte, wieder herausgehoben wird. — Als weitere Hilfsvorstellung ziehe man auch den Fall heran, daſs sich das schwimmende Boot innerhalb eines schmalen, nur in der Mitte vertieften Canals bewege, so daſs die ausgelegten Ruder auf den Ufersand stoſsen und sich in demselben drehen.



Die Erörterung, daſs im Wasser wegen der leichten Verschiebbarkeit der Teilchen kein stationärer Drehpunkt vorhanden ist, die Erscheinung der dadurch notwendig hervorgerufenen Wirbel (die besonders schön auftreten, wenn das Ruder ziemlich flach durch das Wasser streicht), die Zurückführung des Vorganges am Ruderende auf Gravitationswirkungen, unter Berücksichtigung der Sympiezometerversuche, — dies alles kann zweckmäſsig auf der Oberstufe gelegentlich angeschlossen werden. Auch wird man hier auf den Unterschied hinweisen, den der ganze Vorgang gegenüber den gewöhnlichen Hebelwirkungen dadurch bietet, daſs der Unterstützungspunkt nennenswert im Wasser fortrückt, — aber auch nachweisen, daſs dieser Unterschied schlieſslich nur graduell ist. Denn in Wirklichkeit findet auch bei anderen Hebelwirkungen eine gewisse Verschiebung des Drehpunktes statt. Wenn z. B. jemand eine auf dem Erdboden ruhende gröſsere Last mit einer eisernen Stange anhebt, indem er sich dieser als einarmigen Hebels bedient, so ist, wenn der Vorgang auf gewöhnlichem Erdreich stattfindet, der Drehpunkt am zeitlichen Ende der Hebung nicht mehr am ursprünglichen Orte, er war vielmehr während des ganzen Vorganges dauernd in Bewegung, — der Weg des Hebelendpunktes ist dabei um so gröſser, je nachgiebiger das Medium ist. Selbst wenn ein gröſserer Quaderstein als Unterlage dient, wird noch eine gewisse Verschiebung des Unterstützungspunktes stattfinden, deren Weggröſse abhängig ist von der Lagerung und der Elastizität des Steines.

Für die Vorstellung des Schülers wirkt es meist noch als Complikation, daſs die bewegende Kraft im Boot, innerhalb des fortbewegten Objektes, wirkt. Auch dieser Umstand kann eliminiert werden. Das soeben beschriebene auf dem Asphalt stehende Boot sei so schmal wie manche Wettruderboote, so daſs ein Mann dasselbe zwischen den gespreizten Beinen hinwegschieben kann. Begiebt sich der vorgedachte Ruderer aus dem Boot heraus

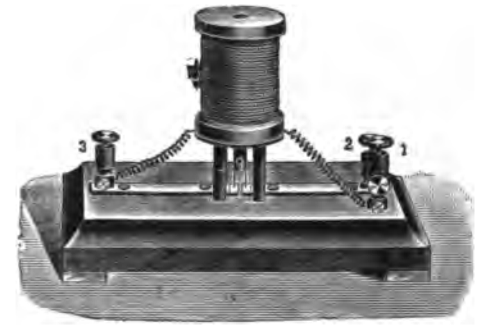
(er mag dafür soviel Ballast hineinlegen, wie seinem Körpergewicht entspricht) und faſst die beiden ausgelegten, in den Sand eingesenkten Ruder, so wird er das Boot in derselben Weise fortbewegen können, als wenn er sich innerhalb des Bootes befindet, gleichviel ob er, das Gesicht nach der Spitze gewendet, beide Ruder vor sich herstöſst oder, in gewendeter Stellung, genau wie der im Wasserboot thätige Ruderer, dieselben zu sich heranzieht. — Auch das freihändige Rudern, ausgeführt mit einem einzelnen, nicht aufliegenden Ruder am Ende des Bootes, läſst sich in ähnlicher Weise erläutern; hier bildet der eine mehr oder weniger steif gehaltene Arm mit dem Boot ein festes System. *O. Ohmann.*

Kleine Mitteilungen.

Apparat zur Demonstration des Extrastromes.

Von Dr. **Geschöser** in Oels.

Sendet man durch die Windungen einer Drahtspule einen elektrischen Strom, so wird in diesen in dem Augenblicke, in dem der Strom geschlossen wird, eine elektromotorische Kraft wachgerufen, die der elektromotorischen Kraft der Stromquelle entgegengesetzt gerichtet ist. Der Hauptstrom erreicht infolgedessen erst allmählich seine volle Stärke. Wird der Strom unterbrochen, so entsteht im Augenblick des Unterbrechens in den Windungen der Spule durch Selbstinduktion eine elektromotorische Kraft, die mit der elektromotorischen Kraft der Stromquelle gleich gerichtet ist. Diese durch die Selbstinduktion erzeugten Ströme werden nach Faraday als Extraströme bezeichnet. Zum Nachweis des Öffnungs-Extrastromes dient der nachfolgend beschriebene Apparat: In eine senkrecht befestigte Spule ragt ein Eisenkern hinein, der an seinem unteren Ende zwei Platinstifte trägt. Diese beiden Stifte stehen auf zwei Messingschienen, die in der Mitte durch einen Zwischenraum getrennt sind. An den beiden Schienen sind die Klemmen 2 und 3 befestigt. Die Drahtwickelung der Spule endet in den Klemmen 3 und 1, von denen die letztere von den Schienen isoliert ist. Verbindet man die Pole einer Tauchbatterie von 4 bis 6 Elementen mit den Klemmen 1 und 3, so springt der Eisenkern in die Spule hinein und wird darin, so lange als der Strom geschlossen ist, festgehalten. Verbindet man die Klemmen 1 und 2 mit den Polen der Batterie, so wird der Eisenkern in die Spule gezogen, dadurch der Strom unterbrochen, der Kern losgelassen, der Strom geschlossen u. s. f. Der Strom wird auf diese Weise durch den vibrierenden Eisencylinder rasch hintereinander geöffnet und geschlossen. An den Stellen, an denen die Platinstifte die Messingschienen berühren und an denen die Öffnungsfunken auftreten, sind zwei Platinblättchen angelötet. Das plötzliche Anwachsen der elektromotorischen Kraft beim Öffnen des Stromes reicht aus, um an der Öffnungsstelle den sogenannten Öffnungsfunken zu erzeugen. Schaltet man an die Klemmen 1 und 3 zwei Elektroden an, die man mit den Händen anfaſst, so erhält man jedesmal beim Öffnen einen kräftigen Öffnungsschlag. Daſs diese physiologische Wirkung in der That eine Folge des Extrastromes ist, zeigt man dadurch, daſs man die Elektroden an die Klemmen 1 und 2 anschlieſst. In diesem Falle spürt man keinen Öffnungsschlag.

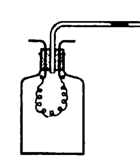


Die Extraströme werden noch durch den im Eisenkern auftretenden und verschwindenden Magnetismus verstärkt. Um das noch deutlicher zu machen, kann man einen zweiten kleinen Eisencylinder in den oberen Teil der Rolle einsenken. Sofort werden die Vibrationen des unteren Eisenkerns viel schneller, wie man schon am Tone hört, und die physiologische Wirkung wird kräftiger.

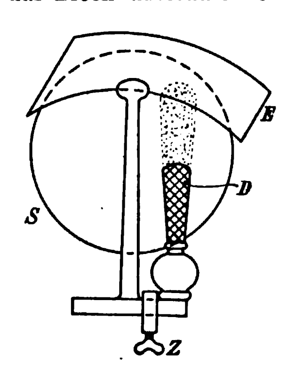
Der Apparat mit zwei Elektroden ist von Herrn Max Kohl in Chemnitz zum Preise von 20 M. zu beziehen.

Für die Praxis.

Wärmeentwicklung durch den galvanischen Strom. Von Dr. **Rudolphi** in Oberstein a. d. Nahe. Um zu zeigen, dafs ein in den Kreis eines schwachen Stroms eingeschalteter Draht erwärmt wird, kann man sich des nebenstehenden Apparates bedienen, den man sich sehr leicht selbst herstellen kann. Er ist dem bekannten Apparate zur Ableitung des Gesetzes von Joule nachgebildet. Der Hals einer Glasflasche wird mit einem Gummistopfen fest verschlossen, in welchem zwei dicke Kupferdrähte und eine oben rechtwinklig umgebogene Glasröhre stecken. Die in der Flasche befindlichen Enden der Kupferdrähte sind durch einen spiralig gewundenen dünnen Draht, am besten natürlich Platindraht, mit einander verbunden. In den horizontalen Schenkel der Glasröhre wird etwas gefärbtes Wasser gebracht. Wenn man dann einen Strom, der ziemlich schwach sein kann, durch den Platindraht leitet, so marschiert das gefärbte Wasser mit grofser Geschwindigkeit nach dem offenen Ende des horizontalen Schenkels und zeigt dadurch die Erwärmung des Platindrahtes an (vgl. d. Ztschr. *VI 86. — Anm. d. Red.*).



Zur Behandlung der Influenzmaschine. Von **W. Weiler** in Efslingen. Eine Influenzmaschine kann bei jeder Witterung und in einem mit Personen gefüllten Saale durch Erwärmen in Thätigkeit gesetzt und erhalten werden. Diese Erwärmung geschieht entweder dadurch, dafs man durch eine Blechröhre warme Luft zwischen die Scheiben strömen läfst oder dadurch, dafs man ein Eisenblech unterhalb der Scheiben anbringt und dieses durch untergesetzte Weingeistlampen erwärmt, so dafs die heifse Luft zwischen den Scheiben und um sie aufsteigt. Beide Arten schliefsen einen Unfall nicht aus, besonders wenn die Maschine Glasscheiben enthält, weil diese durch ungleichartige Erwärmung leicht springen; auch ist das Blech unterhalb der Scheiben nur schwierig anzubringen. Am sichersten wird man also das Blech über den Scheiben der Maschine mittels Träger und Schraubenzwingen (Z) am Tischrand befestigen. Das Eisenblech E hat etwa 15 cm Breite, 1 mm Dicke und wird ungefähr nach dem Umfang der Scheiben gebogen, so dafs es nicht ganz den halben Umfang derselben bedeckt. Seitwärts vor der stehenden Scheibe S läfst man an einem Drahtnetz D eine Weingeist- oder Gasflamme gegen das Blech aufsteigen; das Drahtnetz sichert ein ruhiges Aufsteigen der heifsen Luft und verhindert ein Flackern der Flamme, so dafs man sicher neben der Maschine arbeiten kann. Das Eisenblech erwärmt allmählich die Maschine von oben herab und wenn es 5 bis 10 cm über den Scheiben schwebt, so kann durch Erwärmen kaum ein Unfall eintreten. Es gelingt so, die X-Strahlen zu jeder Zeit mit der Influenzmaschine vorzuführen, ohne dafs diese die Pole umkehrt.

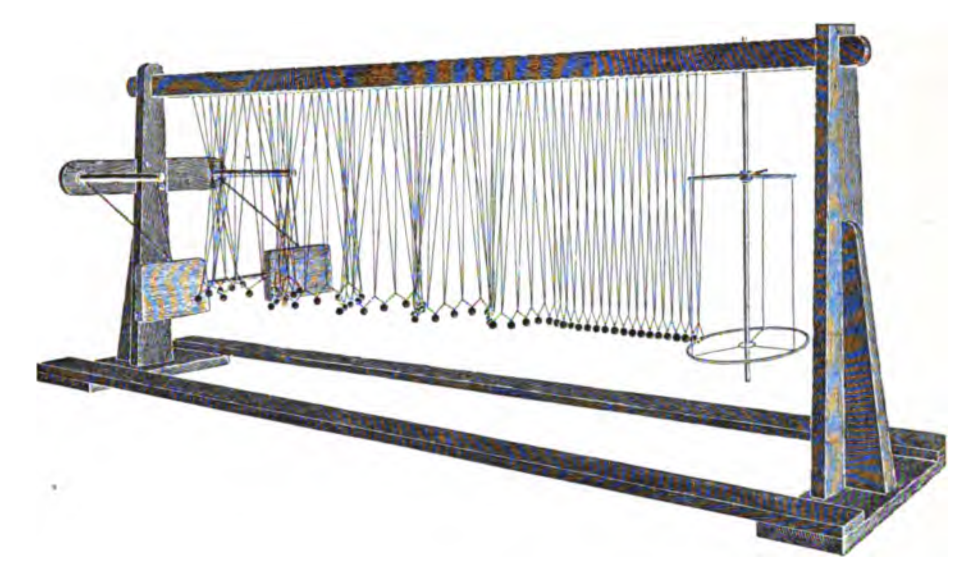


Befestigung der Scheibe einer Elektrisiermaschine. Von **W. Weiler** in Efslingen. Die grofse schwere Glasscheibe einer Reibungselektrisiermaschine sicher auf der Achse zu befestigen, ist nicht gar leicht, weil man wegen der Sprödigkeit des Glases die Schraube nicht zu fest anziehen darf. Man kann zwar mit dickflüssigem Schellack einkitten, der Kitt läuft aber um die Scheibe herum, trocknet sehr langsam auf dem nichteinschluckenden Glase und wird mit der Zeit brüchig. Sehr zuverlässig ist aber folgendes Verfahren. Man leimt mit gutem Tischlerleim weiches, dickes Leder mit der Haarseite auf die Holzbacken der Achse und bestreut nach halbtägigem Trocknen des Leimes die Fleischseiten der Lederscheiben dicht mit Kolophoniumpulver und zieht die Schraube mäfsig an. Das Kolophoniumpulver wirkt als guter Kitt, läfst sich leicht erneuern und die Maschine ist sogleich gebrauchsfertig.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Modell für Hertzsche Wellen. Silvanus P. Thompson beschreibt in seinem schönen Buche *Light visible and invisible* (*London, Macmillan and Co., 1897, S. 237*, vgl. auch A. Slaby, *Funkentelegraphie, S. 10*) eine sehr instruktive Wellenmaschine, die die Fortpflanzung einer Hertzschen Welle vom Erreger zum Empfänger mechanisch veranschaulicht. Den Erreger stellen zwei schwere Messingplatten dar, die an Fäden hängen und eine bestimmte Schwingungszeit haben. Der Empfänger, ein unterbrochener Messingring, hängt am anderen Ende des Apparates an drei Fäden. Beide können durch Verlängerung oder Verkürzung der Schnüre auf gleiche Schwingungszeiten abgestimmt werden. Zur Darstellung des dazwischen liegenden Mittels und zur Übertragung der Energie in Wellen dient eine Reihe mit einander verbundener Pendel, ein Verfahren, das in ähnlicher Weise schon 1877 Osborne Reynolds anwandte. Jedes Pendel besteht aus einer Bleikugel, die an einem V-förmigen Faden hängt;



die aufeinanderfolgenden Fäden überkreuzen sich so, dafs keine Kugel schwingen kann, ohne dem nächsten Nachbar etwas von ihrer Bewegung mitzuteilen. Läfst man den zur Seite gezogenen Erreger los, so erzeugt er eine Querwelle, die sich längs der Kugelreihe langsam fortpflanzt, so dafs man sie mit den Augen bequem verfolgen kann, nach einiger Zeit den Empfänger am andern Ende erreicht und ihn zum Mitschwingen veranlafst. *H.-M.*

Vorführung von stehenden Transversalwellen. In dem Vortrage, den Prof. A. Slaby am 1. November 1897 im Verein zur Beförderung des Gewerbefleifses zu Berlin gehalten hat, wandte er (*Funkentelegraphie, S. 8*) folgendes Verfahren zum Nachweis von stehenden Querwellen an: Längs einer senkrechten Latte war ein Platindraht ausgespannt, dessen oberes Ende festgeklemmt und dessen unteres Ende an einer Zinke einer elektrisch erregten Stimmgabel befestigt war. Es entstanden stehende „Querwellen", die er dadurch sichtbar machte, dafs er einen starken elektrischen Strom durch den Draht sandte. Die Knotenpunkte erhitzten sich bis zur Rotglut; die stark bewegten und durch die Luft abgekühlten Bäuche blieben dunkel. *H.-M.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Kathodenstrahlen. Das Verhalten der Kathodenstrahlen zu einander untersuchte J. Bernstein (*Wied. Ann. 62, 415; 1897*). Er stellte eine Röhre her, die an ihren Enden zwei Kathoden und in der Mitte eine Anode enthielt. Durch Glimmerspalte traten die Kathodenstrahlen so in die Röhre hinein, dafs sie in einer Entfernung von etwa $1^1/_2$ cm an ein-

ander vorbeigingen. Bernstein fand auch nicht die geringste Verschiebung der Strahlen gegen einander, so dafs zwei entgegengesetzt gerichtete Kathodenstrahlen gar keine Wirkung auf einander auszuüben scheinen. Bei einer anderen Röhre, bei welcher die beiden Kathodenplatten neben einander in einer Querschnittsebene standen und durch zwei Spalten Strahlen nach entgegengesetzter Richtung warfen, war eine deutliche Ablenkung beider Strahlen nach aufsen wahrzunehmen. Es scheint daher, dafs nicht die Strahlen selbst, sondern nur die Kathodenplatten auf einander einwirken. Bei einer dritten Röhre brachte Bernstein die zweite Kathode so an, dafs die Strahlen der ersten Kathode in ihrem weiteren Verlaufe an jener vorbei passierten: dieselben wurden viel schwächer abgelenkt, als wenn die beiden Kathoden neben einander lagen. Eine Kathode wirkt also direkt auf den Strahl einer andern Kathode ein und zwar am stärksten an seiner Ursprungsstelle. Der Strahl wird dabei in toto abgelenkt, es tritt keine Biegung ein. Es schienen besondere Randstrahlen von der zweiten Kathode auszugehen und die Einwirkung auf die Strahlen der ersten Kathode auszuüben.

Die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen suchte A. Majorana (*Rendic. R. Accad. dei Lincei VI 66; Naturwiss. Rundschau XII 643*) durch die Zeit zu messen, die in verschiedenen Enfernungen von der Kathode aufgestellte Elektroden zu ihrer Ladung bedurften. Von der in der Mitte der Vakuumröhre befindlichen Kathode gingen die Strahlen nach entgegengesetzten Seiten zu zwei Anoden und trafen in ihrem weiteren Gange in verschiedenen Entfernungen (13 und 38 cm) zwei Metallscheiben, von denen die nähere früher elektrisiert werden mufste als die entferntere. Wurden beide Scheiben zur Erde abgeleitet und in jede Bahn eine Funkenstrecke eingeschaltet, so mufsten in einem rotierenden Spiegel die Bilder beider Funken gegen einander verschoben erscheinen. Dies war aber nicht zu beobachten möglich, da bei jeder Entladung eine ganze Reihe von Funkenpaaren auftrat. Majorana leitete daher die Entladungen der Platten durch kapillare Vakuumröhren und erhielt in diesen unter Anwendung einer Holtzschen Maschine deutliche, einfache Lichtbilder. Machte der Spiegel 150 Rotationen in der Minute, so war das von der entfernteren Elektrode herrührende Bild etwas im Sinne der Rotation verschoben. Die Gröfse dieser Verschiebung wurde auf 2,5 mm geschätzt, was einer Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen von 600 km pro Sekunde entsprechen würde. Aus einer andern Schätzung erhält Majorana Geschwindigkeiten von 150 km, so dafs die Kathodenstrahlen möglicherweise aus Strahlen verschiedener Geschwindigkeit zusammengesetzt sind, von denen die durch den Magneten leichter ablenkbaren die schnelleren sind.

Die Theorie, dafs die Kathoden- und Lenardstrahlen ein Strom negativ geladener Teilchen sind, wird von Mc. Clelland (*Proc. of the Royal Society, 1897 LXI 227; Naturw. Rundschau XII 505*) näher begründet. Innerhalb der Vakuumröhre wird der Kathode ein Faradayscher Doppelcylinder gegenübergestellt: der äufsere ist zur Erde abgeleitet, der innere mit einem Quadrantelektrometer in Verbindung. Durch eine kleine Öffnung in beiden können die Kathodenstrahlen in den inneren Cylinder dringen, der ihre etwaige Ladung aufnimmt, so dafs das Elektrometer abgelenkt wird. Zwischen Kathode und Doppelcylinder befindet sich ein Bleischirm mit einem Aluminiumfenster; ein Stück Eisen in ihm ermöglicht seine Verschiebung von aufsen vermittelst eines Magneten. Zunächst wurde der Schirm in eine seitliche Ausbuchtung der Röhre gebracht und der Strom durch die gut evakuierte Röhre geschickt, so dafs die Kathodenstrahlen den inneren Cylinder trafen. Das Elektrometer zeigte dann eine starke negative Ablenkung. Wurden die Strahlen durch die Pole eines Elektromagneten von der Cylinderöffnung abgelenkt, so erhielt der innere Cylinder keine Ladung. Stand der Schirm in der Bahn der Kathodenstrahlen, so zeigte der Cylinder auch eine, freilich kleinere, negative Ladung, die bei Ablenkung durch einen Magneten wieder aufhörte. Mc. Clelland variierte den Abstand zwischen Aluminiumschirm und innerem Cylinder und mafs die Ablenkung in verschiedenen Lagen des ersteren. Bei $1\frac{1}{2}$ cm Abstand zeigte das Elektrometer einen Ausschlag von 30 Skalenteilen, bei 2 cm 62, bei 6 cm 150, bei 8 cm 147 und ohne Schirm 175 Skalenteile. Aus den Versuchen ergiebt sich, dafs, wenn Kathodenstrahlen auf ein dünnes Aluminiumblech fallen, negativ geladene Teilchen von der abgewandten Seite des Aluminiums wegfliegen, die von einem Magneten abgelenkt werden.

Die Intensität der sekundären Lenardschen Strahlen hängt also von der Stärke der primären Kathodenstrahlen und der Entfernung des Schirmes ab.

Mc. Clelland untersuchte auch die Wirkung der sekundären Strahlen aufserhalb der Entladungsröhre. Das in dieser angebrachte Fenster bestand aus einem Stück geölter Seide; ihm gegenüber stand die Öffnung des Faradayschen Doppelcylinders. Waren beide nur wenige Centimeter von einander entfernt, so zeigte das Elektrometer negative Ablenkung, die allmählich auf einen konstanten Wert stieg. Bei weiterer Entfernung hörte die Ladung auf, da die Strahlen dann durch die Luft aufgehalten wurden. Eine dem Fenster in 1 bis 2 cm Entfernung gegenübergestellte Ebonitplatte zeigte, wenn einige Sekunden lang Entladungen durch die Röhre geschickt wurden und man sie mit Schwefel-Mennig-Pulver bestreute, die negative Lichtenbergsche Figur. Auch die so austretenden Strahlen liefsen sich durch einen Magneten ablenken.

Änderte man durch Einschalten einer Funkenstrecke die Potentialdifferenz zwischen den Enden der Entladungsröhre, so zeigte sich, dafs eine Verstärkung der Potentialdifferenz die Ablenkung der Kathodenstrahlen verminderte. Lenard hatte bei seinen Strahlen keine Veränderung der Ablenkung durch den Druck innerhalb des Beobachtungsraumes wahrgenommen, während Kathodenstrahlen bei Verringerung des Druckes in der Entladungsröhre weniger abgelenkt werden. Diese Verschiedenheit zwischen Lenardstrahlen und Kathodenstrahlen hört auf, wenn man annimmt, dafs es nicht die Druckänderung, sondern vielmehr die damit stets verbundene Änderung der Potentialdifferenz ist, welche die Ablenkung der Kathodenstrahlen beeinflufst. Bei Lenard hat aber eine Änderung des Druckes in dem Raum aufserhalb der Röhre keinen Einflufs auf die Kräfte, welche die Strahlen in der Röhre erzeugen. Mc. Clelland ist der Ansicht, dafs die Annahme, die Kathodenstrahlen seien ein Strom geladener Partikel, alle Eigenschaften dieser Strahlen genügend erkläre.

Durch besondere Versuche stellte Mc. Clelland noch fest, dafs bei niedrigen Drucken ein grofser, bei höheren Drucken aber auch noch ein beträchtlicher Teil der gesamten Entladung von der Kathode durch die negativen Strahlen fortgeführt wird. Da diese oft gar nicht auf die Anode, sondern auf das Glas stofsen, so ist anzunehmen, dafs ihre negative Ladung dann durch die leitende Luft zur Anode fliefst.

Dafs die Kathodenstrahlen, welche ein zur Erde abgeleitetes Fenster durchdringen, sehr starke negative Ladungen mit sich führen, wird durch Versuche von W. Wien bestätigt (*Verhandl. der physikal. Ges. zu Berlin 16, 165; 1897*). Wien behält die Lenardsche Anordnung fast ganz bei; nur wählt er statt der grofsen Anode einen kleinen Aluminiumdraht und legt die Kathode in eine besondere, etwas gröfsere Glasröhre, da eine solche zur Herstellung des für wirksame Strahlen nötigen Potentials nicht so grofse Verdünnungen braucht. Ferner wurde in dem Raum, in welchen die Kathodenstrahlen eindrangen, die Luft, welcher die Leitfähigkeit dieses Raumes zugeschrieben werden konnte, beseitigt. Um auch elektrische Störungen in dem Beobachtungsraum auszuschliefsen, wurden Induktionsapparat, Akkumulatoren und Entladungsröhre in einen metallisch ringsum belegten Kasten gestellt, aus dem die das Aluminiumfenster tragende Platinröhre herausragte. War dem Fenster eine Elektrode in 5 cm Entfernung gegenübergestellt, so zeigte die Nadel eines mit derselben verbundenen Quadrantelektrometers einen Ausschlag, wenn Kathodenstrahlen aus dem Fenster traten. Wurde der Raum um die Elektrode evakuiert, so war die Wirkung stärker, gab das Vakuum Röntgenstrahlen, so warf bereits eine Unterbrechung des Rühmkorff die Nadel aus dem Gesichtsfelde. Es gelang Wien ferner auch, die elektrische Ablenkung der Lenardschen Strahlen nachzuweisen. Dieselben gingen zwischen 4 cm langen Elektroden hindurch und fielen auf ein 5 mm breites Platinblech, von dem sie den Schatten auf eine Glaswand warfen. Wurden die Elektroden nun mit den Polen eines Hochspannungsakkumulators von 2400 Volt verbunden, so zeigten die Strahlen im äufsersten Vakuum eine deutliche Abstofsung von der negativen Elektrode. Die elektrostatische Ablenkung wurde durch ein magnetisches Feld von 30 C.G.S. kompensiert. Wien berechnet daraus die Geschwindigkeit der Strahlen zu etwa einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit.

Dafs die aus dem Aluminiumfenster austretenden Strahlen einen geladenen Körper wieder entladen, zeigt P. Lenard in *Wied. Ann. 63, 253; 1897.* Doch sind es ebenso wie bei den Röntgenstrahlen nicht die Strahlen selbst, sondern es ist die von ihnen durchzogene Luft, welche die entladende Wirkung hervorbringt. Die Kathodenstrahlen sind hierbei noch viel wirksamer als die Röntgenstrahlen. Lenard stellte ein Elektroskop mit daran befestigtem Aluminiumdraht in ein Zinkgehäuse, das nur eine Öffnung besafs, durch welche die Strahlen gerade das Ende des Drahtes treffen konnten. Dieser wurde durch die mit einem Entladungsschlage erzeugten Strahlen, die 10 cm vom Gehäuse entfernt austraten, von $\pm$ 200 Volt auf nahezu 0 entladen. War die Öffnung durch Glas oder Zinkblech verschlossen, so hörte diese Wirkung auf. Ein Stück Pappe hob sie nicht auf, noch weniger ein 0,003 mm dickes Aluminiumblatt. Bei Anwendung des letzteren fand in 4 cm Entfernung des Fensters von der Öffnung eine plötzliche, in weiterer Entfernung eine allmäliche Entladung statt. Lenard weist nach, dafs die erste starke Wirkung von den in das Gehäuse dringenden Kathodenstrahlen, die schwachen Wirkungen in gröfseren Entfernungen von den in geringer Menge ebenfalls vorhandenen Röntgenstrahlen herrührten. Ein Ketonschirm (mit Pentadecylparatolylketon getränktes Papier) leuchtet nämlich nur durch Kathodenstrahlen, ein Baryumplatincyanürschirm sowohl durch diese als durch Röntgenstrahlen auf, wodurch eine Trennung beider Strahlenarten möglich wird. Ebenso wie durch einen Verschlufs der Öffnung konnte die durchstrahlte Luft durch einen kräftigen Luftstrom, der durch einen Ventilator an Elektroskop und Draht vorbei geblasen wurde, von dem geladenen Körper abgehalten werden. War der Ventilator in Thätigkeit, so erfolgte nur in 5 cm Entfernung vom Fenster eine vollständige Entladung, in gröfserer war die Wirkung nur noch sehr gering. Positive und negative Ladung verhielten sich bei allen Versuchen gleich.

Lenard weist ferner nach, dafs die von Kathodenstrahlen durchzogene Luft nebelbildend wirkt. Ein 1,5 cm von dem Fenster vorbei geführter Dampfstrahl erscheint hellweifs und dicht wolkig, sobald Kathodenstrahlen aus dem Fenster austreten. Die Wirkung ist bis 5 cm Entfernung kräftig, bis 10 cm noch schwach vorhanden. Befindet sich der Dampfstrahl in 8—10 cm Entfernung seitlich neben dem Fenster, so tritt sofort heftige Wolkenbildung auf, wenn man einen Luftstrom an dem Fenster vorbei nach dem Dampfstrahl bläst. Da nach Richarz auch Röntgenstrahlen auf den Dampfstrahl wirken, so ist die schwache Condensationswirkung in gröfseren Entfernungen wohl diesen, die starke in der Nähe den Kathodenstrahlen zuzuschreiben.

Die magnetische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen ist von W. Kaufmann näher untersucht worden. (*Wied. Ann. 61, 544; 1897.*) Es wurden Kathoden aus verschiedenem Material, in verschiedenen Abständen, unter Variation des Druckes und in verschiedenen Gasen benutzt; es ergab sich, dafs durch alle diese Veränderungen die Ablenkbarkeit der Strahlen in keiner Weise beeinflufst wird. Nur die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode wirkt auf die Ablenkung ein, so dafs zu einer bestimmten Potentialdifferenz stets eine bestimmte Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen gehört. Bei verschiedenem Entladungspotential aber ist die Ablenkbarkeit umgekehrt proportional der Quadratwurzel der Potentialdifferenz der Elektroden. Dieses Beobachtungsergebnis führte Kaufmann in Verbindung mit theoretischen Erwägungen bei Annahme der Emissionshypothese zu dem Resultat, dafs der Bruch l/m (wo m die Masse eines von der Kathode fortgeschleuderten Teilchens, l seine Ladung bedeutet) eine constante Zahl sein müsse. In einer späteren Arbeit (*Wied. Ann. 62, 596*) bestimmte er l/m zu $1{,}77 \cdot 10^7$ C.G.S.-Einheiten.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangte J. J. Thomson (*Phil. Mag. XLIV 293; Naturwiss. Rundschau XIII 53*). Er zeigte zuerst, dafs alle Kathodenstrahlen, auch die durch einen Magneten abgelenkten, negative Ladungen mit sich führen. Bei hoher Verdünnung beobachtete Thomson auch eine elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen: ein zwischen zwei geladenen Aluminiumplatten hindurchgehendes Strahlenbündel wurde nach der positiven Platte hingebogen. Die Ablenkung war auch hier proportional der Potentialdifferenz. Schon 2 Volt genügten bei grofsen Verdünnungen. Bei geringeren Verdünnungen wird das Gas

leitend und hindert dadurch die Ablenkung. Wenn die eine der beiden Platten mit dem Pol einer kleinen Batterie, die andere mit einem Elektrometer verbunden war, so wurde die Nadel des letzteren abgelenkt, sobald Strahlen zwischen den Platten hindurchgingen; die Gröfse der Ablenkung hing vom Drucke des Gases ab. Bei hohen Verdünnungen war zu erkennen, dafs die mit dem Elektrometer verbundene Platte von negativen Teilchen getroffen und negativ geladen wurde.

Bei magnetischer (wie bei elektrostatischer) Ablenkung der Kathodenstrahlen wurde der phosphorescierende Streifen, den sie erzeugen, in mehrere helle und dunkle Bänder zerlegt („Birkelands Spectrum"). Von diesem „Spectrum" stellte Thomson Photogramme her, die bei Entladungen in den verschiedensten Gasen (Wasserstoff, Luft, Kohlensäure, Methyljodid) sich nicht im geringsten von einander unterschieden, wenn nur das Magnetfeld und die Potentialdifferenz dieselben waren. Da mit Verminderung des Druckes der Gase die Potentialdifferenz zunimmt, so mufste ersterer so gewählt werden, dafs letztere bei allen Gasen denselben mittleren Wert behielt. Bei gegebener Potentialdiffenz blieb also die Bahn der Kathodenstrahlen unabhängig von der Natur des Gases.

Thomson kommt zu dem Schlusse, dafs die Kathodenstrahlen materielle Teilchen mit negativen Ladungen sein müfsten. Er berechnet ebenso wie Kaufmann das Verhältnis der Masse m der Teilchen zu ihrer Ladung l. Diese Gröfse m/l wurde sowohl mit Hilfe der magnetischen als der elektrostatischen Ablenkung für Luft, Wasserstoff und Kohlensäure bestimmt; aus beiden ergab sich, dafs sie unabhängig ist von der Natur des Gases. So fand Thomson z. B. bei einer Versuchsreihe m/l für Luft $0{,}40 \cdot 10^{-7}$, für Wasserstoff $0{,}42 \cdot 10^{-7}$, für Kohlensäure $0{,}40 \cdot 10^{-7}$; bei einer zweiten für Luft $0{,}52 \cdot 10^{-7}$, für Wasserstoff $0{,}50 \cdot 10^{-7}$, für Kohlensäure $0{,}54 \cdot 10^{-7}$. Bei der Elektrolyse ist die Gröfse m/l für die vom Wasserstoffion fortgeführte Ladung 10^{-4}, also weit gröfser. Die Träger der Elektrizität der Kathodenstrahlen sind daher sehr klein gegenüber den gewöhnlicher Molekülen. Sie sind dieselben, welcher Art auch das Gas sein mag, und — nach Lenards Beobachtungen über die Geschwindigkeit, mit der die Phosphorescenz der Strahlen abnimmt — hängt ihre mittlere freie Bahn nur ab von der Dichte des von den Strahlen durchsetzten Mediums. Thomson ist der Meinung, dafs wir in den Trägern der Kathodenstrahlen die einfacheren Atome einer Ursubstanz vor uns haben, aus denen die Atome der chemischen Elemente zusammengesetzt sind. Die Menge dieser Urmaterie, die an der Kathode entsteht, ist aber so gering, dafs bei ununterbrochener Strahlung innerhalb eines ganzen Jahres nur 0,000003 g davon erzeugt werden würden. Die Kleinheit von m/l kann auch von der Gröfse von l herrühren, die nach Thomsons Meinung in der That als beträchtlich anzunehmen ist. Die aus den oben erwähnten Messungen sich ergebende Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen beträgt mehr als 109 cm pro Sekunde, sie wächst mit gesteigerter Verdünnung, d. h. mit Zunahme der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden. Kathoden aus verschiedenem Material ergaben bei gleichem Druck verschiedene Potentialdifferenz, aber m/l blieb stets gleich. *Schk.*

3. Geschichte.

Die Einführung der Lavoisierschen Theorie in Deutschland. Von Georg W. A. Kahlbaum und August Hoffmann. In Deutschland ist, besonders hervorgerufen durch Hermann Kopps geschichtliche Darstellungen, ziemlich allgemein die Meinung verbreitet, dafs die Lehren Lavoisiers sich bei uns nur langsam, schwerer als in anderen Ländern, Geltung verschafft hätten, dafs man vielmehr bemüht gewesen sei, die phlogistische Theorie, die dem deutschen Boden entsprossen war, so lange als möglich gegen die neue Lehre zu verteidigen. Zudem finden sich häufig genug Darstellungen und Anschauungen über die Phlogistonlehre, die in derselben nur eine Kette von unbegreiflichen Irrtümern erblicken und damit die deutsche Forschung der damaligen Zeit zu Unrecht in den Schatten stellen. Demgegenüber geben Kahlbaum und Hoffmann (*Monographieen aus der Gesch. der Chem.* vgl. dieses Heft S. 101) eine ausgezeichnete Charakteristik jenes Zeitabschnittes, die zu wesentlich anderen Resultaten gelangt. Die von Stahl unter Weiterführung der Lehren Bechers aufgestellte Phlogiston-

theorie — die in den verbrennlichen Körpern, dem Schwefel und den Metallen ein eignes „brennbares Prinzip“ voraussetzte, das bei der Verkalkung oder dem Brennen entwich und bei der Reduktion aus der phlogistonreichen Kohle wieder hinzukam — bedeutete seiner Zeit einen grofsen Fortschritt, indem dadurch der Chemie zum ersten Male eine wissenschaftliche, systematische Grundlage gegeben wurde. Es lag eine Hypothese zu Grunde, die eine grofse Anzahl von Erscheinungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkte zu betrachten gestattete. Die Lehre verbreitete sich denn auch in kurzer Zeit über alle Länder, wurde von fast allen Chemikern angenommen und beherrschte die chemische Wissenschaft über ein halbes Jahrhundert hindurch. — Mit besonderer Schärfe und Sorgfalt gehen die Verff. auf den der Phlogistonlehre gemachten Vorwurf ein, dafs man bei der Ausbildung dieser Theorie die quantitativen Verhältnisse unbegreiflicherweise ausser acht gelassen habe. Zunächst ist die Anschauung, dafs die Schwere ein notwendiges Attribut aller Stoffe sei, erst viel später Gemeingut der Forscher geworden; erschienen doch Newtons Prinzipien 1687, während Bechers erste Darstellung der phlogistischen Anschauungen 1669 herauskam. So ist es nur natürlich, dafs in das erste phlogistische Zeitalter die aristotelischen Anschauungen — nach welchen dem Feuer und der Luft eine Bewegung von dem Erdcentrum weg, dem Wasser und der Erde aber eine solche nach diesem hin eigen sei — noch stark hineinragten. Dieser Anschauung wurde nun eine andere entgegengesetzt, wonach für alle Körper nur eine Bewegung, die nach dem Erdcentrum hin, als natürlich angenommen wurde — im Grunde genommen ebenfalls willkürlich; erklärte doch Newton die Ursache der Schwere in seiner 1675 verfafsten Hypothesis durch das Einsaugen des Äthers in die festen Körper (vgl. Rosenberger: Js. Newton u. s. phys. Prinz.). Für das eigentliche „Warum“ der Schwere liegen die Dinge heutigen Tages noch nicht viel anders, wie u. a. auch P. du Bois-Reymond ausspricht, „so glaube ich denn, dafs man die Schwerkraft als etwas menschlich Unfafsbares, als etwas menschlich Unbegreifliches ansehen mufs“ (Grundl. d. Erk. in d. exakt. Wiss., 1890, Tübingen). Es ist also nur entschuldbar, wenn Stahl, dem die Zunahme des Gewichts bei der Verkalkung der Metalle bekannt war, der Schwere nicht eine so mafsgebende Bedeutung beilegte, sondern sich bei seinem System von anderen, momentan wichtigeren Gesichtspunkten leiten liefs. Auch dafs die später hinzugefügte Hypothese von der negativen Schwere des Phlogistons keine Absurdität sei, wird von den Verff. klargelegt. Alles in allem ist der genannte Vorwurf nicht nur hart und ungerecht, sondern er zeugt auch von Mangel an historischem Sinn, der bei der Beurteilung eines Zeitalters der bis dahin erreichten Erkenntnisstufe nicht Rechnung trägt. — Das Geniale in den Arbeiten Lavoisiers wird unumwunden anerkannt. Für Lavoisier steht das Gesetz, das wir heute das von der Erhaltung des Stoffs nennen, unumstöfslich fest, obgleich er ihm nirgends einen prägnanten Ausdruck verleiht, der etwa der Mariotteschen Fassung „La nature ne fait rien de rien et la matière ne se perd point“ gleichkäme. Beim näheren Eingehen auf die Schriften L.'s wird dann auf verschiedene Punkte hingewiesen, die der schnellen Ausbreitung der neuen Lehre hinderlich waren. So liebte es L. vielfach, mehrere Versuche so zusammenzufassen, als ob er sie in einem einzelnen ausgeführt hätte, sodafs es überhaupt unmöglich war, manche Versuche in der angegebenen Form zu wiederholen. Daher die vielen Mifserfolge bei der Prüfung der Versuche, die natürlich zu Zweifeln an der Richtigkeit der Theorie führten. Ferner war es ein ungünstiger Umstand, dafs durch seine Theorie die Wärme- und Feuererscheinungen, auf die gerade die Forscher bisher soviel Gewicht gelegt hatten, nicht weiter aufgeklärt wurden. Übrigens spielt auch noch bei L. der Feuerstoff eine gewisse Rolle; er giebt z. B. zu, dafs seine Ideen über die Art und Weise der Verbindung des Feuerstoffs, auch mit den fetten Substanzen, noch nicht ausgereift seien (*Oeuvres T. I. p. 141*); ebenso ist für ihn Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas nicht etwa das, was es für uns heute ist, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff, sondern es ist bei ihm *oxygène* + *calorique* und *principe hydrogène* + *calorique* (*Oe. T. I. p. 46*). Eine verdienstliche Arbeit leisten übrigens die Verff., indem sie den Anteil L.'s an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase auf sein richtiges, nämlich sehr bescheidenes Mafs zurückführen; es erscheint hier die Art, wie L. der Akademie Berichte

über seine Versuche zustellte, in einem eigentümlichen Lichte. Hierzu wird eine bisher übersehene wichtige Quelle, eine Schrift Girtanners (*N. chem. Nomenclatur, Berlin 1791*) verwertet. — Was nun die Einführung der Lehren L.'s in die einzelnen Länder angeht, so wird auf Grund eines ungemein umfangreichen Quellenstudiums nachgewiesen, wie schwer es zuerst hielt, selbst im eignen Lande, die Anhänger der Phlogistontheorie von der neuen Auffassungsweise zu überzeugen, und dafs die deutschen Forscher hierbei durchaus nicht eine besondere, prinzipielle Gegnerschaft bekundet haben. Manche der Einwürfe, die von den letzteren erhoben wurden, machen vielmehr der deutschen Gründlichkeit nur Ehre. Als ein Beispiel dafür, wie sehr man bemüht war, in die neue Deutung einzudringen, dabei aber doch das Ganze der einzelnen chemischen Erscheinung zu erfassen, mag ein Zeugnis Grens, eines Schülers Karstens, gelten: „Er könne es nicht begreifen, wie es möglich sein solle, dafs ein Gas so grofse Hitze, wie beim Glühen der Metalle verwendet wird, aushalten könne, ohne zu entweichen, und wie beim Verkalken, wenn es im Glühen geschieht, sich expansible Luft in das Metall einhängen solle (*Crell, Ann. 1786. II. 516*). [Heute, so möchte Ref. hierzu bemerken, muten wir vielfach dem Schüler zu, diese wirkliche Denkschwierigkeit gleich im ersten Anfang zu überwinden, wenn nämlich der chemische Unterricht mit einer Untersuchung der Luft beginnt.] Im einzelnen wird dann die Hinfälligkeit der oben erwähnten geschichtlichen Darstellung Kopps nachgewiesen, indem die deutschen Chemiker namentlich aufgeführt werden, die sich bald der neuen Anschauungsweise zuwandten. Dafs einige wenige, als Ausnahmen, sich nicht bekehren lassen wollten, könne nur die Regel bestätigen. Die Schrift gelangt zu dem bemerkenswerten Resultat, dafs die deutschen Chemiker sich in der Aufnahme der neuen Theorie genau so verhalten haben, wie ihre Zeitgenossen in den anderen Ländern, und dafs sie sich dabei stets als vorurteilsfreie gewissenhafte Männer kennzeichneten, denen als höchstes Ziel ihrer wissenschaftlichen Arbeiten die Erforschung der Wahrheit galt. *O.*

4. Unterricht und Methode.

Der vorbereitende physikalische Unterricht in Obertertia und Untersekunda (Teil I). Von Dr. Paul Scholim. *K. Gymn. zu Königshütte, O. S. 1897. Pr. No. 197.*

Der allgemeine Teil dieser Abhandlung enthält einzelne treffliche Bemerkungen. Der Verfasser nennt die Physik den lebendigsten aller Unterrichtsgegenstände, und stellt für die Unterstufe folgende vier Gesichtspunkte auf: möglichste Anknüpfung an die Erfahrungen des täglichen Lebens; Anstellung besonders solcher Versuche, die mit möglichst einfachen und wenig kostspieligen Mitteln ausgeführt werden können; Vermeidung jeder strengen Systematik; Vermeidung aller mathematischen Rechnung auf der Unterstufe. Mit dem zuletzt Geforderten ist aber die Einschränkung wohl zu weit getrieben. Den Sinn einer einfachen Formel müssen Schüler der Mittelstufe verstehen lernen und leichte Rechnungen, z. B. über das Hebelgesetz, dürfen ihnen unbedenklich zugemutet werden. Der Verfasser erinnert ferner an eine beachtenswerte Mitteilung, die bei einem der letzten Ferienkurse in Berlin den Teilnehmern gemacht worden sei: dafs nämlich die Verteilung des Lehrstoffs, wie sie durch die neuen Lehrpläne gegeben ist, nur ein Vorschlag von seiten der Unterrichtsverwaltung sein solle, und dafs es den Fachlehrern unbenommen bleibe, Änderungen hierin eintreten zu lassen. Er selbst schliefst sich in dem speziellen Teil seiner Abhandlung an die Verteilung der Lehrpläne an, und folgt bezüglich der Auswahl des Stoffes ganz besonders der Ansicht Krummes, dafs auf der Unterstufe die fafsliche Behandlung des Einzelnen in den Vordergrund treten müsse, während auf der höheren der Schüler lernen solle, den übersichtlich geordneten Stoff als Ganzes zu überschauen. Für das Experimentieren selbst stellt der Verfasser drei Grundsätze auf: 1. Die Versuche müssen so einfach und klar sein, dafs aus ihnen die gewünschten Folgerungen ohne Schwierigkeit gezogen werden können. 2. Die anzustellenden Versuche müssen durch den Gang des Unterrichts geboten sein. 3. Jeder Versuch mufs unbedingt gelingen. Wie freilich der spezielle Teil zeigt, ist es leichter, solche Grundsätze aufzustellen, als ihnen in jedem einzelnen Falle zu genügen. Schliefslich weist

der Verfasser noch auf den ethischen Wert dieses Unterrichtes hin, der vor allem in der Erziehung zur Bescheidenheit im Urteilen bestehe. Bedenklich indessen ist es, wenn nach Robert Boyles Vorgang es dem Schüler abgewöhnt werden soll, „seine blofse abstrakte Vernunft für einen Mafsstab der Wahrheit zu halten“. Dieser Hinweis bedürfte doch eines tüchtigen Körnleins Salz, um nicht mifsverstanden zu werden. Wir verkennen die wohlmeinende, aufs Religiöse gerichtete Absicht des Verfassers nicht, halten aber dafür, dafs diese Absicht besser und sicherer erreicht wird, wenn man den Schüler dazu anleitet, sich bei jedem Begriff und jedem Gesetze über dessen Gültigkeitsbereich klar zu werden — eine Gewöhnung, die mit den materialistischen freilich auch manche pseudoreligiösen Einbildungen vernichtet.

Im speziellen Teil stellt der Verfasser den Lehrstoff der Obertertia, und zwar zunächst den die mechanischen Erscheinungen umfassenden, zusammen. Wir haben schon früher solche Zusammenstellungen für höchst dankenswert erklärt, und möchten dies auch dann noch aufrecht erhalten, wenn die Veröffentlichung, wie im vorliegenden Fall, eine nicht geringe Zahl von Einwürfen herausfordert. Der Stoff wird in 7 Abschnitte gegliedert: § 1. Die gemeine Wage; § 2. Der Hebel; § 3. Die Schwerkraft; § 4. Die Schwungkraft; § 5. Das spezifische Gewicht und die Grundeigenschaften der Flüssigkeiten; § 6. Der Luftdruck; § 7. Barometer und Luftpumpe.

In § 1 wird der Begriff des Schwerpunkts aus einfachen Versuchen entwickelt, dann werden die drei Arten des Gleichgewichts ebenfalls durch Versuche erläutert. Aber hierbei laufen zwei erhebliche Irrtümer unter: es werden alle stehenden Körper als Beispiele des labilen, alle drehbaren Körper als Beispiele des indifferenten Gleichgewichts bezeichnet. (Das Wort „indifferent“ wäre übrigens besser mit „unbestimmt“ als mit „gleichgiltig“ zu übersetzen.) Auch die dann noch folgenden Auseinandersetzungen über die Veränderungen der Lage des Schwerpunkts bedürfen einer präziseren Fassung. — Beim Hebel (§ 2) sollte die Formulierung des Gesetzes in mathematischer Form nicht einem abstrakten Prinzip (dem oben erwähnten vierten Grundsatz) zu Liebe unterbleiben. Unangebracht ist, dafs als Beispiel zum ungleicharmigen Hebel sofort der Hebebaum betrachtet wird, dessen eines Ende den Boden berührt, während hier zunächst der Hebebaum mit untergelegtem Stützkörper am Platze wäre. Zum einarmigen Hebel sollte ein Versuch am Modell ausgeführt werden. Den Schlüssel als einarmigen Hebel zu bezeichnen, ist zwar vielfach üblich, stiftet aber leicht Verwirrung. Unter den Anwendungen des Hebels wird nächst der Brückenwage die feste Rolle betrachtet; es wird sogar behauptet, dafs die letztere als ein gleicharmiger Hebel aufgefafst werden mufs. Diese ganze Auffassung aber ist künstlich und nichts weniger als notwendig, da vielmehr umgekehrt das Gleichgewicht am gleicharmigen Hebel als Spezialfall des Gleichgewichts an der festen Rolle angesehen werden kann. Die Auffassung widerspricht auch dem vom Verfasser angenommenen Krummeschen Prinzip der fafslichen Behandlung des Einzelnen. Die feste Rolle will für sich aus der gleichen Spannung der beiden Seilenden begriffen werden, ebenso wie die (nicht angeführte) bewegliche Rolle und wie der Flaschenzug aus der Verteilung der Spannung auf mehrere Seile. Mangelhaft ist auch, wenn gesagt wird, dafs für jede bewegliche Rolle (am Flaschenzug) das Kraftseil doppelt so lang sei als das Lastseil. Dafs Archimedes die Hebelgesetze gefunden habe, ist unrichtig.

Von der Schwerkraft (§ 3) wird gesagt, man nehme an, dafs sie ihren Sitz im Mittelpunkt der Erde habe. Dies ist selbst als beiläufige Vorstellung unzulässig und gehört in die physikalische Mythologie. Von den Fallgesetzen wird nur das Gesetz der Fallstrecken angegeben, was sehr zu billigen ist, da mit dem Begriff Geschwindigkeit beim freien Fall sich auf dieser Stufe doch noch keine klare Vorstellung verbindet. Entschieden abzulehnen aber ist für die Unterstufe der Gebrauch der Atwoodschen Fallmaschine, die der Verfasser entgegen seinem Prinzip der möglichst einfachen und wenig kostspieligen Versuche zur Anwendung bringt. Wenn irgendwo, so ist hier das historische Prinzip am Platze, dem gemäfs auf der Unterstufe die Galileische Fallrinne zu benutzen ist. Ein Druckfehler ist, dafs der Weg in 10 Sekunden 10·5 Meter beträgt. Zu den Unklarheiten mancher populären Darstellungen

gehört es, wenn gesagt wird, dafs beim senkrechten Wurf nach oben die Wurfkraft durch die ihr entgegenwirkende Schwerkraft nach und nach aufgehoben werde.

Bei der Schwungkraft (§ 4) gehen mehrere Versuche über die Unterstufe hinaus. Der Versuch mit den zwei durch einen Faden verbundenen Gewichten auf wagerechter Stange ist als Einleitungsversuch sicher unbrauchbar, zumal bei ihm die Wirkung der Schwungkraft in Richtung des Radius erfolgt, während im übrigen Text von einem Bestreben des rotierenden Körpers, in der Tangente abzufliegen, gesprochen wird; der Versuch kommt erst bei quantitativer Betrachtung zu seiner eigentlichen Geltung. Auch der Versuch mit dem aufgehängten, horizontal schwebenden Ring mufs gestrichen werden; man wird dem Schüler unmöglich zumuten können, daraus zu folgern, dafs „ein Körper, auf den zwei verschiedene Kräfte wirken, keiner von beiden folgt, sondern sich in einer mittleren Richtung bewegt"; geradezu unzulässig aber ist es, daraus zu schliefsen, dafs die „Centrifugalkraft eine der Schwerkraft entgegenwirkende Kraft" ist. Hält man vollends diese beiden Folgerungen gegeneinander, so ergiebt sich eine gänzliche Verwirrung der Begriffe über die hier stattfindenden Wirkungen.

In § 5 wird bei der Einführung des spezifischen Gewichtes bald von der gleichen „Menge" Wasser, bald von der gleichen Wassermasse, statt von dem gleichen Volumen Wasser gesprochen. Eine Flüssigkeit wird als ein Körper definiert, dessen Teilchen so leicht gegen einander verschiebbar sind, dafs ihm jede beliebige Gestalt gegeben werden kann; hiernach wäre Wachs eine Flüssigkeit. Der Versuch an einer mit feinen Öffnungen versehenen, mit Wasser gefüllten Glaskugel kann hauptsächlich dazu dienen, die gleichmäfsige Druckfortpflanzung zu demonstrieren, worauf aber vom Verf. nicht hingewiesen wird. Der für das Gesetz des Bodendrucks benutzte Apparat rührt nicht von Haldat, sondern seinem Prinzip nach von Pascal her; dieser (nicht Brahma) ist auch der Urheber des Gedankens der hydraulischen Presse. Dafs man eine spezifisch schwerere Flüssigkeit über eine leichtere schichten kann, war mir bisher unbekannt.

In § 6 (vom Luftdruck) wird folgender Versuch beschrieben: Ein Trinkglas wird mit der Öffnung nach unten in ein Gefäfs voll Wasser getaucht und bis zum Grunde hinabgedrückt; beim Loslassen springt es scheinbar von selbst wieder in die Höhe. Hieraus wird unbegreiflicherweise gefolgert — dafs die Luft zusammendrückbar sei! Der Versuch würde offenbar ganz ebenso verlaufen, wenn die geringe Compression, die die Luft hierbei erfährt, ganz wegfiele oder wenn man die untere Öffnung des Gefäfses durch eine Platte verschlösse. Die Erklärung der Vorgänge bei der Saugpumpe ist auch mehrfach anfechtbar. Dafs eiserne Kugeln als unelastisch angesehen werden können, steht mit der Erfahrung nicht im Einklang.

Angesichts einer so grofsen Zahl von Irrtümern scheint es nicht angebracht, auf methodische Fragen hinsichtlich der Auswahl und Anordnung der Versuche noch weiter einzugehen, als schon gelegentlich geschehen ist. Es zeigt sich wieder, wie grofse Anforderungen bezüglich der Klarheit der Begriffe und der Sicherheit des Urteils auch ein solcher vorbereitender Kursus an den Lehrer stellt — und wie bildend er daher bei richtiger Behandlung für den Schüler werden kann. Der Verfasser will im Programm des nächsten Jahres den zweiten Teil folgen lassen; er würde gut thun, ihn vor der Drucklegung einer gründlichen Revision mit erfahrenen Kollegen zu unterziehen. *P.*

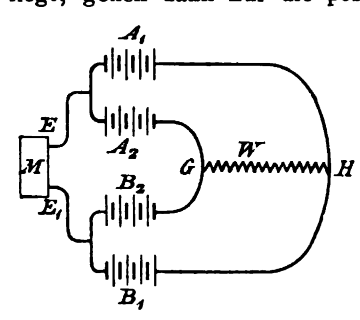
---

5. Technik und mechanische Praxis.

Ein elektrochemisches Verfahren, um Wechselströme in Gleichströme zu verwandeln, beschreibt L. Graetz (*Wied. Ann. 62, 323; 1897*). Eine elektrolytische Zelle mit einer Aluminiumanode, an der Sauerstoff auftritt, bewirkt eine aufserordentliche Schwächung des hindurchgeschickten Stromes. Nach den Messungen von Graetz hält eine solche Zelle gerade einer elektromotorischen Kraft von 22 Volt das Gleichgewicht; Ströme von geringerer Spannung gehen überhaupt nicht durch die Zelle, bei Strömen von gröfserer Spannung wird diese um 22 Volt vermindert. Die Ursache findet Graetz in einer Art Condensatorwirkung zwischen der Elektrode und der Flüssigkeit. Eine Reihe solcher Zellen, hinter einander geschaltet,

setzt dann einem primären Strom eine Gegenkraft entgegen, die der Anzahl der Zellen mal 22 Volt gleich ist. Ein Strom, der die Zelle in entgegengesetzter Richtung durchläuft, wird dagegen durch die Wasserstoffpolarisation nur wenig geschwächt. Schickt man einen Strom abwechselnd in der einen und in der andern Richtung hindurch, so behält man — wenn er unter der genannten Spannungsgrenze liegt — nur den Strom der einen Richtung übrig.

Graetz benutzt als Zellflüssigkeit verdünnte Säuren oder Alaunlösungen, als Elektroden Aluminium und Kohle. Von einem Wechselstrom, dessen Spannung unter der Anodenpolarisation liegt, gehen dann nur die positiven Stromteile, bei denen das Aluminium Anode würde, hindurch, während die negativen nicht durchgelassen werden. Es entsteht also ein Gleichstrom von etwa der halben Stärke des Wechselstroms. Die negativen Stromteile kann man nun in einem Stromkreis mit entgegengesetzt geschalteten Zellen auch auffangen, beide Teile dann aber in einer Drahtleitung vereinigen. Die Figur zeigt eine hierzu geeignete Schaltung. An jedem Pol der Wechselstromquelle M befinden sich zwei entgegengesetzt geschaltete Batterieen der beschriebenen Art A_1 A_2 und B_1 B_2 neben einander. Verbindet man die gleichnamigen Pole von A_1 und B_1 durch den Draht H, die von A_2 und B_2 durch den Draht G, G und H durch W, so fliefst durch W immer ein Gleichstrom. Ist nämlich der positive Pol bei E, so geht der positive Strom von M durch A_1, H, W, G, B_2, ist der positive Pol bei E_1, so geht er durch B_1, H, W, G, A_2 nach M zurück. Graetz konnte bei dieser Anordnung durch eine Wechselstrommaschine einen Gleichstrommotor treiben lassen, auch andere nur mit Gleichstrom mögliche Versuche anstellen. Unter geeigneten Umständen lassen sich 95 bis 96% der Energie des Wechselstroms in Gleichstromenergie verwandeln. Das von Graetz beschriebene Verfahren ist auch in der Akkumulatorenfabrik von Pollak in Frankfurt a. M. gefunden worden *(Elektrotechn. Ztschr. v. 24. VI. 97).* *Schk.*



Photometrische Einheiten. Auf dem internationalen Kongress zu Genf wurden 1896 die Blondelschen Vorschläge über photometrische Einheiten, allerdings unverbindlich für die beteiligten Vereine, angenommen. Im Anschlufs hieran wurden auf der 5. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Eisenach 1897 auf Antrag des Elektrotechnischen Vereins, der sich in dieser Frage mit den Gas- und Wasserfachmännern geeinigt hatte, folgende Beschlüsse gefafst *(E. T. Z. XVIII 474)*: 1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Kerze; sie wird durch die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe dargestellt. 2. Für die photometrischen Gröfsen und Einheiten giebt die nachstehende Tabelle Namen und Zeichen.

Gröfse		Einheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Lichtstärke	J	Kerze (Hefnerkerze)	HK
Lichtstrom	$\Phi = J\omega = \frac{JS}{r^2}$	Lumen	Lm
Beleuchtung	$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{J}{r^2}$	Lux (Meterkerze)	Lx
Flächenhelle	$e = \frac{J}{s}$	Kerze auf 1 cm²	—
Lichtabgabe	$Q = \Phi T$	Lumenstunde	—

Dabei bedeuten:

ω einen räumlichen Winkel,

S eine Fläche in m²; s eine Fläche in cm², beide senkrecht zur Strahlenrichtung,

r eine Entfernung in m,

T eine Zeit in Stunden. *H.-M.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik. Von Ludwig Boltzmann. I. Teil. Mit sechszehn Figuren. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1897. Mk. 6,00.

Abgesehen von der äufseren Veranlassung, der das vorliegende Buch seine Entstehung verdankt, und die im Vorwort genannt ist, hat es einen inneren, durch die Sache bedingten Ursprung. Es knüpft an die in letzter Zeit öfter ausgesprochene Behauptung, dafs die bisherige, Newtonsche Mechanik unzureichend sei, an. Es sieht die Berechtigung dieser Behauptung nicht in den alten mechanischen Prinzipien selbst, sondern in der Art ihrer Darstellung. Man geht wohl nicht fehl, wenn man Boltzmanns Buch so auffafst, dafs es ganz besonders im Gegensatze zu der Mechanik von Hertz geschrieben sei. Aus dem Kampfe, den es so kämpft, geht es freilich nicht immer als Sieger hervor. Dennoch ist in seinem Verfasser der Newtonschen Mechanik ein imponierender Streiter erstanden.

Der Weg, den Boltzmann einschlägt, um Klarheit zu schaffen, besteht darin, dafs er die Grundvorstellungen möglichst specialisiert. Er fängt nicht bei der Erfahrung, sondern mit Hypothesen an, deren Berechtigung sich erst aus den Folgerungen ergeben soll. Diese auch von Hertz mit seinem Hauptgesetze befolgte Methode hat hier, wo es sich nur um die übersichtliche Wiedergabe von längst Bekanntem und meist Feststehendem handelt, wenigstens für den, der kein Neuling in der Sache ist, einen erheblichen Vorteil. Es tritt dadurch deutlich hervor, wie weit die einzelnen Grundvorstellungen unter sich unzertrennlich zusammenhängen. Auch Boltzmann beginnt wie Hertz mit der Erörterung der Möglichkeit, die Identität eines sich bewegenden Punktes zu erkennen. Aber dazu genügt nicht die Annahme, dafs, wenn sich zu irgend einer Zeit an einem Orte ein Punkt befindet, dann zu einer unendlich benachbarten Zeit an einem unendlich benachbarten Orte ebenfalls nur ein einziger Punkt existiere. Aufklärend ist es, da unter die Grundvorstellungen der Kraftbegriff aufgenommen wird, ihn als den der Fernkraft zu definieren. Die Hertzsche Kraft entspricht jedoch trotz Boltzmanns Einwand besser oder vielmehr überhaupt erst dem Denken und den Thatsachen. Dafs der berühmte und sieghafte Gegner der Energetik dem Energiesatze keine grundlegende Stellung einräumt, versteht sich von selbst. Es sei aber ausdrücklich hervorgehoben, dafs auch die Erörterung dieses Satzes in kurzen Ausführungen reich an belehrenden Gedanken ist.

Eigentlich hätte das Buch einen anderen Titel erhalten müssen; denn es befafst sich nicht blofs mit den Prinzipien der Mechanik und mit dem Nachweise ihrer Berechtigung und ihrer Genugsamkeit, sondern es geht auch näher auf Einzelfragen und Einzelanwendungen ein. So werden z. B. die Lissajous'schen Figuren, gedämpfte harmonische Schwingungen, die Planetenbewegung, das Pendel, die Verschiebungen und die Drehungen fester Körper ausführlich besprochen. Eine sehr klare Auseinandersetzung des d'Alembertschen Prinzips und die Anwendung der Methode der Multiplikatoren auf den Fall, wo beliebige holonome oder nicht holonome Bedingungsgleichungen oder Ungleichungen bestehen, bilden den Schlufs des Buches, das ebenso wichtig und nützlich für die übrigens vorläufig wohl noch kleine Zahl von Anhängern der Hertzschen Richtung ist, wie es mit Freude von denen begrüfst werden mufs, die die alte Mechanik bewahrt zu sehen wünschen. *Paul Gerber, Stargard.*

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. No. 88 und 89. Krystallometrie, oder Krystallonomie und Krystallographie auf eigentümliche Weise und mit Zugrundelegung neuer allgemeiner Lehren der reinen Gestaltenkunde bearbeitet von J. F. Chr. Hessel (1830), herausgegeben von E. Hess. I. Bändchen, mit 8 Tafeln, 192 S. M. 3. II. Bändchen, mit 3 Tafeln, 165 S. M. 2,80. — Nr. 92. Über den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den anorganischen Verbindungen u. s. w. Von H. Kolbe (1859), herausgegeben von Ernst v. Meyer. 42 S. M. 0,70. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1897.

Der Verfasser von No. 88 und 89, J. Fr. Chr. Hessel, hat als Professor der Mineralogie und Technologie in Marburg während des Zeitraums 1825 bis 1872 gewirkt. Seine Hauptleistung ist die vorliegende Schrift, die die erste strenge und methodische Ableitung der 32 allein möglichen Krystallklassen enthält. — Nr. 92 bietet ein anschauliches Bild der spekulativen Geistesarbeit Kolbe's dar, der Hauptgedanke ist in dem folgenden Satze der Abhandlung ausgesprochen: Die chemischen organischen Körper sind durchweg Abkömmlinge unorganischer Verbindungen und aus diesen zum Teil direkt, durch wunderbar einfache Substitutionsprozesse entstanden. *P.*

Die Funkentelegraphie. Von A. Slaby, Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 22 Abbildungen und 2 Karten. Berlin, L. Simion, 1897. II u. 70 S.

In dieser Schrift berichtet der Verfasser über Versuche, die er im Sommer 1897 unter besonders fördernden Umständen und unter Verwendung weitgehender Hilfsmittel angestellt hat. Er war in

der glücklichen Lage, den ersten grundlegenden Versuchen zur Erprobung der Marconischen Erfindung, die die englische Telegraphenverwaltung im Frühling jenes Jahres anstellte, beiwohnen zu dürfen. Auf Mitteilungen, die er dabei von Marconi und Preece empfing, und eigenen Beobachtungen, also auf Quellen, die nicht so weit reichten wie die jetzt allgemein bekannt gewordene Patentschrift des Erfinders (vgl. d. Zeitschr. *X 314*), beruhen die von ihm construierten Apparate, die daher in manchen Punkten von denen Marconis abweichen. Einige dieser Abänderungen haben sich, wenn nicht als Verbesserungen, so doch als Vereinfachungen erwiesen. In der ausführlichen Beschreibung dieser Apparate und der Versuche, bei denen es gelang, auf 21 km mit Hertzschen Wellen Zeichen zu geben, liegt der grofse Wert der Abhandlung, der noch dadurch erhöht wird, dafs der Verfasser die zuweilen eingetretenen Mifserfolge und deren Ursachen ausführlicher als die erfolgreichen Versuche erörterte. Die schön ausgestattete Arbeit ist mit der durchsichtigen Klarheit und der warmen Begeisterung geschrieben, die man an dem Verfasser stets von neuem bewundert. *Hahn-Machenheimer.*

Leitfaden der Physik und Chemie mit Berücksichtigung der Mineralogie und der Lehre vom Menschen. Für die oberen Klassen von Bürgerschulen, höheren Töchterschulen und anderen höheren Lehranstalten in zwei Kursen bearbeitet von A. Sattler, Schulinspektor. 16. verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 251 in den Text eingedruckten Holzstichen. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1896. VIII u. 163 S. M. 1.

Die 11. Auflage dieses Werkchens ist in dieser Zeitschrift (*VII 103*) besprochen worden. In der vorliegenden 16. Auflage wurden im physikalischen Teile die Dynamomaschinen und der Fernsprecher eingehender als bisher behandelt, der chemische Teil vielfach verbessert, und beide durch zahlreiche Hinweise in engere Verbindung gebracht. Zwei neue Übersichten wurden hinzugefügt: A. Zusammenstellung der beschriebenen chemischen Grundstoffe oder Elemente und B. Zusammenstellung der wichtigsten Verbindungen der beschriebenen Elemente. Das unentbehrliche Register dagegen fehlt immer noch. *Hahn-Machenheimer.*

Der praktische Elektriker. Populäre Anleitung zur Selbstanfertigung elektrischer Apparate und zur Anstellung zugehöriger Versuche. Mit 466 Abbildungen. Von Professor W. Weiler. Dritte bedeutend erweiterte und verbesserte Auflage. Leipzig, Moritz Schäfer, 1897. XXXII u. 614 S.

Die dritte Auflage ist gegen die zweite wesentlich erweitert. Die Aufgaben aus der Praxis sind vermehrt, eine Anzahl neuer Apparate, Mefsinstrumente, Dynamo- und Triebmaschinen sind in genauer Beschreibung und Zeichnung neu aufgenommen. Hinzugefügt sind auch historische Notizen und zwar weiter zurückgreifende als in vielen Lehrbüchern der Physik zu finden sind. „Das Buch ist für alle diejenigen bestimmt, welche aus Liebe zur Elektrizität ihre Apparate mit Verständnis selbst anfertigen wollen. Insbesondere war der Verfasser bestrebt, der reiferen Jugend eine Vorschule zur Elektrotechnik zu schaffen.“ Beiden Zwecken dient das Buch in vortrefflicher Weise. Sein Nutzen greift aber darüber noch hinaus. Bisweilen wird es auch heute noch vorkommen, dafs Mechaniker Apparate einfach nach Abbildungen in physikalischen Lehrbüchern bauen; dort, wo mehr auf den Gebrauch des Apparates gesehen ist, fehlen aber meist die Angaben über Construktion, Widerstand, Windungszahl etc. In diesem Falle wird das vorliegende Buch für den Lehrer oft nützlich sein, um die Zweckmäfsigkeit der Construktion zu prüfen. Von Einzelheiten, deren Verbesserung im Hinblick auf die Schüler sich empfiehlt, sei bemerkt: Es mufs heifsen auf Seite 23 Gazeüberzug statt Gasüberzug; S. 68 $\frac{E}{R_i + R_a}$ st. $\frac{R}{R_i + R_a}$; S. 69 $R_i + R_a$ st. $R_i + R_i$. Auf S. 75 dürfte die Aufgabe 2 dem Schüler Schwierigkeiten bereiten, da nicht hinreichend hervorgehoben ist, dafs unter E die Potentialdifferenz an den Klemmen des Elements verstanden ist und nicht *EMK*, wie in der vorhergehenden Aufgabe. S. 121: der Leser erfährt nicht, in welcher Weise das Lippmannsche Galvanoskop Strom oder Spannung anzeigt. S. 162 steht $J = \operatorname{tg} \alpha$ statt $J = \text{const.} \operatorname{tg} \alpha$. Wenn auch in der Anwendung an dieser Stelle der Reduktionsfaktor sich weghebt, ist der Zusatz doch nötig, um den Schüler nicht zu verwirren. In der 3. Reihe des betreffenden Beispieles mufs es 30° heifsen statt 25°. S. 151 und 608 steht μ mi, ν ni statt my ($\mu\breve{v}$) und ny ($\nu\breve{v}$). Dankenswert ist auch die Hinzufügung einer Litteraturübersicht. *R. Heyne.*

Anleitung zur Photographie. Von G. Pizzighelli. Achte Auflage. Mit 153 Holzschnitten. Halle a. S. Wilhelm Knapp. 1897. X u. 332 S. 3 M.

Die schnelle Folge der Auflagen (8 in 10 Jahren) spricht allein schon für die Vortrefflichkeit des Buches. Während sonst nur geringere Änderungen Platz gegriffen haben, ist diesmal eine umfassendere Umarbeitung vorgenommen worden, wie sie dieser durch allgemeine Bethätigung schnell fortschreitenden Wissenschaft geziemt. Der erste Teil bietet eine Übersicht über die photographischen

Aufnahmeapparate und vermeidet dabei glücklich eine verwirrende Überfülle. Der zweite ausführlichste Teil behandelt den Negativprozefs und führt den Anfänger in vorzüglicher Weise in das so wichtige Abstimmen des Entwicklers ein. Die weiteren Kapitel umfassen den Positivprozefs, die praktische Durchführung der photographischen Aufnahmen und die Herstellung von Vergröfserungen. Ein kurzer Anhang bringt die Aufzählung einiger Werke für Vorgeschrittenere und 3 Kostenanschläge für eine erste Ausrüstung. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich und zweckmäfsig. Dem auf sich selbst angewiesenen Anfänger werden die neben einandergestellten Abbildungen des unter-, richtig- und überexponierten Negativs, soweit hier geholfen werden kann, sehr willkommen sein. Eine grofse Anzahl von Autotypien giebt dem Anfänger zugleich schöne Beispiele von malerischen Objekten. Es bedarf wohl keines Hinweises, dafs der Begriff eines Anfängers hier etwas weit gefafst werden kann. Das Büchlein ist einer der besten Freunde des Amateurphotographen. *R. Heyne.*

Recepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. Von Dr. J. M. Eder. 4. Aufl. Halle a. S. 1896 XII u. 132 S. 2 M.

Das Büchlein, welches aus der Lehrthätigkeit des Verfassers an der technischen Hochschule sowie an der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproduktionsverfahren in Wien hervorgegangen ist, ist in der vierten Auflage, entsprechend den raschen Fortschritten auf dem Gebiete der photographischen Technik, ganz neu bearbeitet worden. Es ist dabei das Prinzip festgehalten worden, nur völlig erprobte Arbeitsvorschriften aufzunehmen, welche sich im andauernden Betriebe bewährt haben. Irgend etwas zum Lobe dieses Büchleins sagen zu wollen, wäre überflüssig. Es ist für den nicht einseitig Arbeitenden auf diesem Gebiete in seiner Reichhaltigkeit und gedrängten Kürze unentbehrlich. *R. Heyne.*

Maturitäts-Prüfungs-Fragen aus der Physik. Zusammengestellt von Josef Gajdeczka, k. k. Professor am zweiten deutschen Gymnasium in Brünn. Zweite verbesserte Auflage. Mit 56 Abbildungen im Texte. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1897. 194 S. M. 2,—.

„Dem Prüfungskandidaten eine rasche und sichere Repetition der im Unterrichte unter Anleitung des Lehrers gewonnenen und bei der Prüfung verlangten Kenntnisse zu ermöglichen“, ist der Zweck des vorliegenden Buches. Über die Berechtigung eines solchen Buches liefse sich indessen noch diskutieren. Entspricht das Lehrbuch vollkommen seiner schwierigen Aufgabe, sind darin die Grunderscheinungen und Grundgesetze gebührend hervorgehoben, ist Nebensächliches und minder Wichtiges schon durch den Druck als solches bezeichnet, enthält es passende Aufgaben, so halte ich ein besonderes Repetitorium für den Schüler nicht für notwendig. Es gewährt den Examinanden allerdings immer eine besondere Beruhigung, wenn man ihnen rechtzeitig die Fragen, deren Lösung man von ihnen erwartet, bekannt giebt. Ich halte es aber für viel zweckmäfsiger, wenn man den Schülern selber die Ausarbeitung der Fragen überläfst und ihnen gelegentlich der Prüfungen während des Schuljahres an der Hand solcher Ausarbeitungen nützliche Winke giebt, als wenn man ihnen die fertigen Antworten auf die Fragen in die Hand giebt. Dafs ein Buch, wie das vorliegende, für einzelne Lehrer und Schüler recht bequem sein mag, will ich natürlich nicht bestreiten. Sapienti sat. Sieht man jedoch von dem prinzipiellen Einwande ab, so mufs gesagt werden, dafs die Auswahl der Fragen im allgemeinen mit Geschick getroffen ist; das Buch könnte recht brauchbar sein, wenn es nicht durch zahlreiche Irrtümer und Nachlässigkeiten entstellt wäre.

Als ich die Lektüre des Buches begann, fiel mir — von der Stilisierung abgesehen — die erste Frage angenehm auf: „Physik und Chemie sind eng verwandte Wissenschaften; wieso?“ Ich hoffte, dafs die Antwort Aufschlufs darüber enthalten werde, warum gewisse Partieen der Physik (spezifische Wärme, Dampfdichte, Elektrolyse) gerade von Chemikern ausgebaut worden sind; welche Umstände dazu gedrängt haben, eine eigene Grenzwissenschaft, die physikalische Chemie, zu schaffen u. s. f. Stattdessen fand ich zu meinem Bedauern die alten, hohlen, oberflächlichen Definitionen der Materie, des „Naturkörpers“, den landläufigen Unterschied zwischen Physik und Chemie und endlich folgende Antwort: „Beide (Wissenschaften) hängen eng zusammen, denn ein und derselbe Körper kann durch eine Einwirkung eine Zustandsänderung, durch eine andere eine Stoffänderung erfahren.“ Diesen famosen Schlufs parodierend könnte man sagen: Ein und derselbe Mensch kann durch eine Einwirkung eine körperliche Änderung, durch eine andere eine geistige Änderung erfahren. Folglich hängen Chirurgie und Pädagogik eng zusammen. —

Um darzuthun, wie verschieden die Eigenschaften einer Verbindung von den Eigenschaften ihrer Bestandteile sind, wird Seite 5 gesagt: „Aus H und Cl entsteht HCl, H und Cl sind luftförmige Elemente, HCl ist eine Flüssigkeit“! — Seite 41 wird eine Anleitung gegeben, wie man aus dem Unterschiede der Schwingungszahlen eines Pendels am Fufse und auf dem Gipfel eines Berges dessen Höhe berechnet. Dabei wird aber der Einflufs, den die Masse des Berges auf die Pendelschwingungen

ausübt, vollständig ignoriert. — Als Verhältniszahl zwischen der spezifischen Wärme eines Gases bei constantem Druck und der spezifischen Wärme bei constantem Volumen wird ganz allgemein 1,41 angegeben. Dafs diese Zahl je nach der Constitution des Gases auch andere Werte annehmen kann, dafs sie bei einatomigen Gasen zu 1,66 wird, dafs man sie aus der Schallgeschwindigkeit ableitet, wird nicht erwähnt; dies ist um so mehr zu bedauern, als gerade solche Beispiele den Zusammenhang zwischen Physik und Chemie ganz anders beleuchten würden, als die oben erwähnten seichten Phrasen. — Bei der Erörterung der Verbreitung der Wärme wird nur der Strahlung und der Wärmeleitung gedacht, aber nicht der Convektion und wir lesen da folgende merkwürdige Bemerkung (S. 79): „Die flüssigen und gasförmigen Körper sind gute oder schlechte Wärmeleiter, je nachdem sie von unten oder von oben erwärmt werden.“ — Von dem gasförmigen Phosphorwasserstoff PH_3 wird (S. 96) angegeben, dafs er sich von selbst entzündet. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn ihm flüssiger Phosphorwasserstoff P_2H_4 beigemengt ist. — Auf derselben Seite steht: „Wasserstoff giebt mit Kohlenstoff zwei wichtigere Verbindungen, CH_4 = den leichten, C_2H_4 = den schweren Kohlenwasserstoff.“ Wie soll der Schüler da einen Einblick in die aufserordentliche Mannigfaltigkeit der Kohlenwasserstoffverbindungen erhalten? — Nicht wegen zu starker (schwacher) Lichtbrechung wird in kurz- (weit-)sichtigen Augen das aus normaler Sehweite kommende Licht vor (hinter) der Netzhaut vereinigt, sondern (wie Donders zuerst nachgewiesen) wegen zu langer (kurzer) Achse des Augapfels. — Dafs die Methode von Fizeau (verbessert durch Cornu) zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes von jener Foucaults verschieden sei, wird nicht angegeben. Es ist historisch nicht richtig, dafs sich aus diesen Versuchen ergeben habe, das Licht der irdischen Lichtquellen pflanze sich mit derselben Geschwindigkeit fort wie jenes der Himmelskörper. Man hat im Gegenteil für irdische Lichtquellen eine etwas kleinere Geschwindigkeit erhalten und daraus geschlossen, dafs man bei der Berechnung der Geschwindigkeit des Lichtes der Himmelskörper die Entfernung der Erde von der Sonne zu grofs angenommen habe; erst seitdem diese Distanz durch die Beobachtungen der Venusvorübergänge 1874 und 1882 genauer bekannt geworden ist, sind die Differenzen in den Berechnungen der Lichtgeschwindigkeit für himmlische und irdische Lichtquellen verschwunden. — Die Standfestigkeit wird (S. 25) unrichtig als eine Kraft definiert; eine klare Definition der Schmelzwärme (S. 75) und der Verdampfungswärme (S. 76) suchen wir vergebens.

Das historische Element ist von dem Verfasser soweit berücksichtigt worden, dafs bei vielen Gesetzen die Entdecker, bei vielen Apparaten die Erfinder genannt wurden, meist mit Angabe der Jahreszahl. Kepler läfst der Verfafser um 9 Jahre zu früh sterben (1621 statt 1630). — Die Temperatur des (gesunden) menschlichen Körpers wählte Fahrenheit nicht als zweiten, sondern als dritten Fixpunkt seiner Skala. Fahrenheit hat auch nicht den Fundamentalabstand in 180 Teile geteilt, diese Teilung ist eine rein zufällige, da Fahrenheit den Siedepunkt gar nicht als Fixpunkt seiner Skala gewählt hat. — Die Abhandlung von Celsius (Beobachtungen von zween beständigen Graden auf einem Thermometer) stammt aus dem Jahre 1742 (nicht 1750). — Der Brief Georg Hartmanns an den Herzog Albrecht von Brandenburg, in welchem er diesem die Inklination der Magnetnadel und einige andere magnetische Erscheinungen berichtet, ist aus dem Jahre 1544 (nicht 1543). — Der Hamburger Alchemist Brand hat nicht den Schwefel entdeckt, sondern den Phosphor. — Der Leidenfrostsche Versuch ist bereits 1732 von Boerhave in seinen Elementa chimiae beschrieben und wahrscheinlich noch früher demonstriert worden (s. diese Zeitschr. *VI 97.*) — Von Fraunhofer wird S. 3 berichtet, er habe die feinste, künstliche Teilung ausgeführt, indem er 1 mm in 2000 gleiche Teile geteilt habe. Nun teilt aber Perraux mit seiner Teilmaschine 1 mm in 3000 Theile und auf den Nobertschen Platten zur Prüfung der Mikroskope befinden sich 4000 Linien auf 1 mm. — Die S. 130 besprochene Spirale rührt nicht von Petřina, sondern von dem Engländer Roget her. — Nicht Alney, sondern Abney ist es gelungen, das ultrarote Gebiet des Spektrums zu photographieren.

Auch Constanten sind an mehreren Stellen unrichtig angegeben worden. So wird für die Berechnung der Fliehkraft am Äquator der Radius des Meridiankreises statt jenes des Äquators angegeben; für die Beschleunigung dieser Fliehkraft wird das Zehnfache des wirklichen Wertes angegegen. — S. 70 finden wir die Bemerkung: „Weingeist wird selbst bei der gröfsten Kälte (— 208° C.) nicht fest“. Hier liegt ein doppelter Irrtum vor. Erstens gefriert Alkohol schon bei — 130,5° C.; zweitens hat Olszewski (in Krakau) schon 1895 die Temperatur von — 243° C. erreicht. (Seither vielleicht noch tiefere.) Falsch ist auch der Schmelzpunkt des Schwefels 110° C. (statt 119,5).

Die Aufgaben sind im grofsen und ganzen mit Geschick ausgewählt. Doch würden wir, um zeitraubende Rechnungen bei der Prüfung zu vermeiden, raten, für die Constante g den abgerundeten Wert 10 m zu nehmen. Aufgaben, in welchen sich weniger physikalisches Verständnis als rechnerische Gewandtheit zeigen kann (wie S. 22 die Aufgabe, den Schwerpunkt des Kegelstumpfes zu berechnen), wären zu eliminieren. S. 81 finden wir die Aufgabe: „Ein Asteroid von 1000 kg verliert in der Luft

1 Meile von seiner Geschwindigkeit; welche Wärmemenge wird dadurch entwickelt?" Diese Aufgabe ist kritiklos aus dem Lehrbuch von Reis herübergenommen worden; sie ist unbestimmt, wenn nicht die Geschwindigkeit des Meteors angegeben wird. In correkterer Form finden wir die Aufgabe wieder in Fliedners Aufgaben aus Physik, 8. Auflage XXIV, II. — Die Aufgabe: „Ein Körper von 1926 kg Gewicht soll durch Wärme eine Geschwindigkeit von 10 m erhalten; wie viel Calorien sind dazu nötig?" ist in dieser Gestalt wohl sehr geeignet, beim Schüler ganz falsche Vorstellungen auftauchen zu lassen.

Recht mifslich sind für den Schüler auch die häufigen Widersprüche im Buche. So heifst es S. 2 „Ein luftdicht anschliefsender Kolben läfst sich nie bis auf den Boden des Cylinders drücken", hingegen S. 5 „Das Volumen eines Gases kann durch Druck auf einen beliebigen Bruchteil des ursprünglichen Volumens gebracht werden." — S. 34 „Eine Anwendung der Schraube ist ferner die Schiffsschraube von Ressel (1823)", hingegen S. 83 „Das erste Schraubendampfschiff wurde von Ericson und Smith im Jahre 1839 in Amerika gebaut". Nun ist der erste Schraubendampfer aber von Ressel gebaut worden. 1829 fand die Probefahrt statt, die nach gutem Beginn an einem geringfügigen Umstande scheiterte, worauf leider weitere Versuche aufgegeben wurden. — S. 96 wird gesagt: „Ammoniak ist eine gesättigte Verbindung von H und N; die Bildung des H_3N erfolgt nie auf direktem Wege aus seinen Bestandteilen[1]), sondern nur, wenn dieselben im Entstehungszustande zusammentreffen". Ja ist denn das nicht direkt? — S. 97 steht: „Von manchen Säuren kommt nur das Anhydrid vor; z. B. die Kohlensäure CO_2". —

Helmholtz hat sich einmal bitter darüber beklagt, dafs die Gymnasiasten ein so nachlässiges und schwülstiges Deutsch schrieben, dafs er oft gezwungen sei, die Elaborate seiner Schüler förmlich umzuarbeiten, um sie druckreif zu machen. Lebhaft wurde ich an diese Klage durch die Stilblüten im vorliegenden Buche erinnert. Ich führe nur an S. 1 „Begrenzter Stoff wird ein Naturkörper genannt". — S. 4 „Ein fester Körper ist hinreichend gesperrt, wenn er durch eine Unterstützung von unten gehalten wird". — S. 9 „Welchen Weg bis dahin hat er zurückgelegt?" — S. 22 „Der Kegelstumpf kann als Resultierende von dem grofsen Kegel minus dem kleinen betrachtet werden". — S. 70 „Aufser diesen drei Thermometern (Fahrenheit, Réaumur, Celsius) hat man noch das Maximum- und Minimum-Thermometer und das Fieber-Thermometer". — S. 72 „Wie viel m beträgt der Längenunterschied einer bei 0° 140 km langen Eisenbahnschiene (Eisenbahnstrecke Wien—Brünn) zwischen — 20° und + 30° C.?" — S. 83 „Bei einer Hochdruckmaschine läfst man den alten Dampf in die Luft strömen". — S. 74 „Im Papins Topf." — S. 18 „beim Poggendorffs Tauchelement". —

Abscheulich lesen sich auch die geschmacklosen Abbreviaturen, z. B. S. 67 „Wie grofs ist die Steigkraft eines mit H_2-gas gefüllten Ballons? etc." — S. 96 „Das NH_3-gas ist farblos und reizt zu Thränen". — Wie rasch derartige Unarten von den Schülern copiert werden und wie viel Mühe dazu gehört, ihnen selbe wieder abzugewöhnen, ist sattsam bekannt.

Auch die Fragen sind manchmal incorrekt stilisiert, so S. 20 „Drei Kräfte haben einen und denselben Angriffspunkt; wann halten sie einander das Gleichgewicht?" — Die Fragen S. 114 „Was ist über die atmosphärische Elektrizität bekannt?" und S. 133 „Was ist über Thermoelektrizität bekannt?" dürften wohl kaum erschöpfend beantwortet werden können. Manche Fragen sind zu weit gefafst. S. 2 „Welche Eigenschaften kommen allen Substanzen zu?" Denn es handelt sich ja nicht blofs um eine Aufzählung der allgemeinen Eigenschaften der Körper, sondern um die Besprechung jeder einzelnen derselben. — S. 73 „Wie lauten die Gesetze bei der Veränderung des Aggregatzustandes der Körper durch die Wärme?" (auch schlecht stilisiert). — S. 192 „Wie erklärt man die verschiedenen optischen Erscheinungen in der Atmosphäre?" Jede einzelne dieser Erscheinungen kann zum Gegenstande einer besonderen Frage gemacht werden.

Vermifst hat Referent eine Frage über die verschiedenen Arten der Elasticität und der Festigkeit, über die Bestimmung des Elasticitätsmodulus, über die Barometer, über die Bestimmung des Molekulargewichtes und des Atomgewichtes, über das Gesetz von Dulong und Petit, über die Gesetze der Stromverzweigung und die Wheatstonesche Brücke, über Elektrolyse und Galvanoplastik, über Joules Gesetz, über die Bestimmung der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus. Befremdet hat ihn der Ausschlufs aller auf mathematische Geographie und Astronomie bezüglichen Fragen.

Erforderlich wäre im Interesse der Schüler zur raschen Orientierung ein Verzeichnis der Fragen zu Anfang des Buches und ein vollständiges Sach- und Personenregister am Schlusse. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. *Haas (Wien).*

---

[1]) Die Bildung von Ammoniak erfolgt nach Donkin (*Proc. Roy. Soc. XXI. 281*) auch direkt, wenn man die dunkle elektrische Entladung durch ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff gehen läfst.

Theorie und Praxis der analytischen Elektrolyse der Metalle. Von Bernhard Neumann. Halle a. S. 1897. W. Knapp. 216 S. 8°.

Die elektrolytische Ausscheidung und Trennung der Metalle wird bekanntlich vorzugsweise in technischen Laboratorien ausgeführt, in denen täglich eine gröfsere Anzahl von Bestimmungen vorgenommen werden mufs. Diese technisch somit aufserordentlich wichtige Methode, welche wegen der Einfachheit der notwendigen Manipulationen und der relativen Schnelligkeit der Ausführung vielfach die bisher üblichen analytischen Methoden verdrängt hat, auf Grund der elektrolytischen Dissociationstheorie wissenschaftlich zu begründen und den zahlreichen einzelnen vorhandenen Vorschriften eine einheitliche Grundlage zu geben, ist der Hauptzweck des vorliegenden Buches. Der Verf. benutzt dabei vorzugsweise die Untersuchungen von Freudenberg aus dem Jahre 1893 über die Bedeutung der elektromotorischen Kraft für die Metalltrennungen und den von Le Blanc gelegentlich seiner Untersuchungen über die galvanische Polarisation eingeführten Begriff der Haftintensität. Ein nicht geringer Teil des Buches ist deshalb der Entwicklung der Arrheniusschen Theorie und der Darlegung derjenigen Begriffe gewidmet, welche für das Verständnis dieser Theorie erforderlich sind. Der Verf. hat sich dabei einer möglichst grofsen Kürze befleifsigt, ohne die Klarheit der Darstellung zu beeinträchtigen. Nur an manchen Stellen, wie z. B. bei der Entwickelung des wichtigen Begriffs der molekularen Leitfähigkeit (S. 20), hätte die Darstellung vielleicht durch Einführung bestimmter Zahlenangaben an Anschaulichkeit gewonnen. Als gut gelungen mufs namentlich das Kapitel über die Vorgänge bei der Elektrolyse bezeichnet werden, welches unter Zugrundelegung der elektrolytischen Dissociationstheorie mit besonderer Rücksicht auf den Hauptinhalt des Buches abgefafst ist. Dasselbe gilt auch von den später folgenden Abschnitten über die Nernstsche Theorie des galvanischen Elementes und die noch immer strittige Theorie über die Vorgänge im Akkumulator. Störend sind die Druckfehler auf S. 23, Z. 17 v. u. der statt die, sowie S. 26. Z. 9 v. u. Kupfersulfat statt Kupfer. Die Schreibweise polimerisiert findet sich auf S. 30 zweimal nach einander. Die ebendaselbst gegebene Erklärung der Bildung der Überschwefelsäure weicht von der gewöhnlichen, insbesondere auch von Elbs gemachten Annahme ab, nach welcher diese Verbindung durch den Zusammentritt der Ionen SO_4H entsteht. — Der 2. Abschnitt des Buches handelt von der Stromerzeugung, Strommessung und Stromregulierung, der dritte, etwa 120 Seiten umfassende, von der Abscheidung und Trennung der Metalle mittelst des elektrischen Stromes. Aus den überaus zahlreichen in der Litteratur zerstreuten Angaben hat der Verf. hierbei diejenigen Methoden ausgewählt, von deren Brauchbarkeit er sich überzeugt und an deren Verbesserung er teilweise mitgearbeitet hat. In dem Streben nach möglichster Vollkommenheit hat der Verf. dabei auch die Fällung und Trennung solcher Metalle aufgenommen, für welche er unlängst in einer Reihe von Aufsätzen *(Z. S. f. Elektrochemie, 2, 1895)* hervorgehoben hat, dafs dieselben besser mittelst der bisherigen analytischen Methoden bestimmt werden; indes finden sich bei den betreffenden Metallen die entsprechenden Hinweise (vgl. z. B. Eisen, Mangan, Wismut). Eine stattliche Zahl von Übungsbeispielen, zumeist Analysen von Metalllegierungen und Hüttenprodukten, geben Gelegenheit, die angegebenen Methoden praktisch zu erproben und zu verwenden. Zahlreiche Litteraturangaben erhöhen Brauchbarkeit und Wert des Buches.

Böttger.

Elektrochemische Übungsaufgaben. Für das Praktikum sowie zum Selbstunterricht. Von Felix Oettel. Mit 20 Holzschnitten im Text. Halle a. S. 1897. W. Knapp 53 S. 8°.

Während an Werken, welche die heutigen Ansichten über die elektrochemischen Vorgänge in geringerer oder gröfserer Ausführlichkeit, in mehr elementarer Weise oder unter Anwendung eines umfangreichen mathematischen Apparates behandeln, kein Mangel ist, fehlt es an Büchern, welche auf dem umgekehrten Wege an der Hand des Versuches in das Verständnis der elektrolytischen Vorgänge einführen und damit gleichzeitig eine Anleitung zur Ausführung messender elektrochemischer Versuche enthalten. Diese Lücke zum grofsen Teil auszufüllen, ist das vorliegende Buch bestimmt, das aus einem elektrochemischen Praktikum hervorgegangen ist, welches der auf elektrochemischem Gebiet wohlbekannte Verfasser am Polytechnikum in Zürich abhielt. Bei der von Tag zu Tag wachsenden Bedeutung der Elektrochemie ist das Erscheinen des Buches mit Freude zu begrüfsen. Es enthält in den ersten Kapiteln die für elektrochemische Untersuchungen vorbereitenden Operationen (Prüfung von Volt- und Ampèremeter, Erweiterung ihres Mefsbereiches durch Vorschaltwiderstände, Aichung eines Galvanometers als Volt- oder als Ampèremeter, Methode zur Einstellung bestimmter Stromstärken und Spannungen u. a.) und bringt dann eine Anzahl von Übungsaufgaben zumeist aus der anorganischen Chemie, an denen gezeigt wird, wie derartige elektrochemische Versuche auszuführen und in ihrem Verlaufe messend zu verfolgen sind. Die Versuche sind überall so ausführlich geschildert, dafs sie auch ohne die Unterstützung des Lehrers ausgeführt werden können; manche der-

selben, wie die Darstellung von Magnesium, die Elektrolyse von Kochsalzlösung unter Anwendung einer Quecksilberkathode zur Gewinnung von Natronlauge nach dem Castnerschen Verfahren oder die Darstellung von Kaliumchlorat auf elektrolytischem Wege aus Kaliumchlorid u. a. können direkt oder nach dem Anbringen geringfügiger Abänderungen als Vorlesungsversuche benutzt werden. *Böttger.*

Monographieen aus der Geschichte der Chemie. Herausgegeben von Dr. Georg W. A. Kahlbaum, Prof. a. d. Univ. Basel. 1. Heft. Leipzig, J. A. Barth, 1897. XI und 211 S. M. 4,00; geb. M. 5,30.

Das erste Heft dieser neuen litterarischen Erscheinung enthält zwei Abhandlungen: „Die Einführung der Lavoisierschen Theorie im besonderen in Deutschland“ (S. 1—149) und die kleinere: „Über den Anteil Lavoisiers an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase“ (S. 150—166) von Georg W. A. Kahlbaum und August Hoffmann. Die „Monographieen“ wollen eine Art Sammelstelle für chemisch-historische Studien sein, für deren Wert beiläufig ein Wort aus Machs Prinzipien der Wärmelehre — „Historische Studien gehören sehr wesentlich mit zur wissenschaftlichen Erziehung“ — als Motto angeführt wird, und die sonst nur unvollkommen in Berichten und Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaften oder, wenn zu umfangreich, überhaupt schwer Aufnahme finden. Die im vorliegenden Heft niedergelegte Arbeit kennzeichnet sich durchaus als Quellenforschung (das angehängte Litteraturverzeichnis umfafst nicht weniger als 37 Seiten) und giebt in aufserordentlicher Gründlichkeit ein Gesamtbild des hochwogenden Kampfes der Meinungen jener denkwürdigen Zeit. Indem sie sich gleichweit vom Verkleinerungsstreben wie von der dem Deutschen besonders geläufigen überschwänglichen Einschätzung fremden Verdienstes fernhält, sucht sie die Wahrheit unparteiisch abzuwägen und korrigiert demzufolge die hauptsächlich durch Kopps geschichtliche Darstellungen in Deutschland verbreiteten Ansichten in nicht unwesentlichen Punkten. Da eine kurze Darstellung der Zeit, aus der heraus die moderne Chemie geboren wurde, auch im Schulunterricht eine Stätte finden mufs, so sei um so mehr die vorliegende gediegene Arbeit aufs angelegentlichste empfohlen. *O. Ohmann.*

Programm-Abhandlungen.

Organische Chemie in der Prima der Oberrealschule. Von Dr. Emil Löwenhardt. Städtische Oberrealschule zu Halle a. S. Ostern 1896. Pr. Nr. 277. 16 S.

Die Abhandlung ist ein sehr beachtenswerter Versuch, den Stoff für den einjährigen Kursus des Unterrichts in der organischen Chemie so auszuwählen, dafs in der kurzen Zeit diejenigen Verbindungen, welche einerseits für die organische Natur und andrerseits für das gewerbliche und wirtschaftliche Leben von hervorragender Bedeutung sind, auf experimenteller Grundlage behandelt werden können.

Der gebotene Stoff gliedert sich in die 19 Abschnitte: Allgemeine Begriffe, Feste Kohlenwasserstoffe, Alkohole der Paraffinreihe, Gärung, Fettsäuren, Andere Säuren, Eigentliche Äther, Zusammengesetzte Äther, Fette und Seifen, Aldehyde, Kohlehydrate, Stickstoff- und Cyanverbindungen, Aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, Aromatische Alkohole nebst Aldehyden und Säuren, Aromatische Stickstoffverbindungen, Farbstoffe, Ätherische Öle, Eiweifskörper. Der Umfang des Gebotenen ist selbst für eine Oberrealschule immerhin reichlich bemessen, so dafs es eher geboten erscheint, zu kürzen als noch Neues hinzuzufügen.

Den eigentlichen Wert des vorliegenden Lehrgangs machen die vielen handlichen und leicht zu übersehenden Versuche aus, welche der Verfasser in übergrofser Fülle für jeden einzelnen Abschnitt zusammengestellt hat. Es sind bislang nicht allzuviele brauchbare Schulbücher für Chemie vorhanden, welche speziell die organische Chemie vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft aus auf Grund guter Versuche behandeln. Es wäre deshalb zu wünschen, dafs der Verfasser den jetzt nur in gedrängter Kürze vorliegenden Lehrgang an der Hand seiner Erfahrungen zu einem für weitere Kreise brauchbaren Schulbuche vervollständigte. *Wilhelm Levin, Braunschweig.*

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 6. Sept. 1897. Herr B. Schwalbe führte eine grofse Reihe geologischer Versuche vor (d. Zeitschr. *X 65 u. 217*). Er zeigte eine von der bayerischen Glühlampenfabrik zu München zusammengestellte Sammlung, die die Herstellung der elektrischen Glühlampen veranschaulicht, ferner aus phosphorsaurem Kalk elektrolytisch dargestellten Phosphor, mit Balmainscher Leuchtfarbe (zu beziehen von Wirth & Co., Frankfurt a. M.) getränkte Papiere und den Weberschen Raumwinkelmesser. Er

empfahl für Überschmelzungsversuche Salol und Natrium chloricum. — Herr H. Böttger zeigte die neue elektrische Einrichtung des chemischen Kabinetts des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums. Den Starkstrom benutzte er zur Zersetzung von Ammoniak und zur Darstellung von Ätznatron aus einer Kochsalzlösung.

Sitzung am 18. Okt. 1897. Herr E. Ernecke (als Gast) führte mittels neuer Apparate die bekannten Hertzschen Versuche vor. Als Erreger benutzte er die von Marconi abgeänderte Righische Vorrichtung und als Empfänger die Marconische Form des Kohärers. Statt eines Gitters verwandte er ein mit Stanniolstreifen beklebtes Holzbrett. Er führte ferner die Marconischen Versuche über Telegraphie ohne Draht vor, wobei er nach dem Vorgange von Dr. Spies den Lokalstrom des Empfängers unter Ruhestrom gesetzt hatte. Vgl. d. Zeitschr. *X 327.*

Sitzung am 1. Nov. 1897. Herr P. Szymański zeigte und erläuterte die von Keiser & Schmidt nach seinen Angaben hergestellten Vorrichtungen zur Ausführung der Hertzschen und Marconischen Versuche. Vgl. d. Zeitschr. *X 327.* — Herr R. Heyne berichtet über Verhandlungen wegen der Veranstaltung von Ferienkursen in der Elektrotechnik und der Landmessung. Nach längeren Erörterungen wird der Vorstand beauftragt, in dieser Sache eine Eingabe an den Magistrat von Berlin zu machen.

Sitzung am 15. Nov. 1897. Herr O. Ohmann führte eine Reihe chemischer Schul-Versuche zur Untersuchung der atmosphärischen Luft vor (d. Zeitschr. *X 169*) und erörterte im allgemeinen den Lehrgang bei der chemischen Untersuchung der Luft. — Nach dem Vorgang von Fromme zeigte er ferner die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit von Eisenfeilspänen unter Einwirkung der Funken einer Influenzmaschine (d. Zeitschr. *X 105*). Mittels des Funkens der Leydener Flasche entzündete er Äther und Eisenpulver. Mit einem galvanischen Strom brachte er das an einer magnetisch gemachten Feile haftende Gemenge von Eisenpulver und chlorsaurem Kalium zur Entzündung.

Sitzung am 29. Nov. 1897. Der Verein besichtigte die optische und mechanische Werkstatt von Hans Heele (Berlin O., Grüner Weg 104). Dieser zeigte verschiedene Spektrometer, Fernröhre, Photometer, Schwungmaschinen, Manometer, eine astronomische Uhr mit Nickelstahlpendel, und erläuterte dann ausführlich die Herstellung von Linsen und Prismen.

Sitzung am 13. Dezember 1897. Herr W. Niehls sprach über das Verarbeiten harter und weicher Gläser. Er schmolz weiches Glas und Glas von nahezu derselben Härte, weiches und hartes und weiches und ganz hartes Glas zusammen und zeigte, dafs im ersten Falle keine, im zweiten eine undeutliche und im dritten eine scharfe Kante sich bildete, und dafs nur zwischen Gläsern von nahezu gleicher Härte eine dauerhafte Verbindung herstellbar ist. Um die Härte der verschiedenen Glassorten, d. h. ihre Schmelzbarkeit vor der Gebläselampe, feststellen zu können, hat Herr Niehls mit Hilfe der technischen Reichsanstalt eine Härteskale hergestellt. Derselbe zeigte ferner unter Erläuterung der Herstellung verschiedene hochgradige Quecksilberthermometer bis $+ 550^{0}$ C. und Aräometer für Akkumulatoren und besprach die verschiedenen Verfahren, Glas zu schneiden und zu sprengen (vgl. Mitteilungen aus Werkstätten, S. 103).

Sitzung am 17. Januar 1898. Herr R. Heyne berichtete über die Vorschläge, die der Verein dem Magistrat für die Einrichtung der geplanten Lehrkurse in der Elektrotechnik und Landmessung eingereicht hat. — Herr A. Stegemann (Berlin S. Oranienstr. No. 151) zeigte mehrere vorzüglich ausgeführte Stative und Handcameras, Stative mit verstellbaren Tischen, Sucher, Doppel- und Wechselcassetten. Er beschrieb Bau und Handhabung der Apparate und erläuterte Wert und Leistungen der verschiedeneu Verschlüsse und Objektive.

Sitzung am 31. Januar 1898. Herr H. Rubens zeigte zwei Formen der neuen von ihm construierten Thermosäulen aus Eisen und Constantan. Der Vortrag wird in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Schaltbrett zu einem Rheostaten

von Dr. Paul Meyer in Rummelsburg bei Berlin.

Die nebenstehenden beiden Figuren stellen das in dem Aufsatz von Dr. K. Strecker (d. Ztschr. *XI 15*) erwähnte Schaltbrett zu einem Rheostaten dar, und zwar Fig. 1 den Schnitt durch ein Schaltbrett mit 9 Contakten, Fig. 2 die Ansicht eines Schaltbrettes mit 22 Contakten. Die Befestigung der Contaktknöpfe in der Schieferplatte ist aus dem Schnitt deutlich zu sehen; die zweite Mutter auf dem Bolzen dient zur Befestigung des Widerstandsdrahtes. Die Kurbelachse ist in ähnlicher Weise befestigt, wie die Contakte, ebenso die Anschlagbolzen. Der Kurbelgriff besteht aus Holz, der Kurbel-

arm ist aus Messing gegossen und trägt unterhalb die Contaktfedern, die an der Befestigungsstelle mit metallenen Zwischenlagen zu einem massiven Stück verlötet sind; hierdurch wird erzielt, dafs

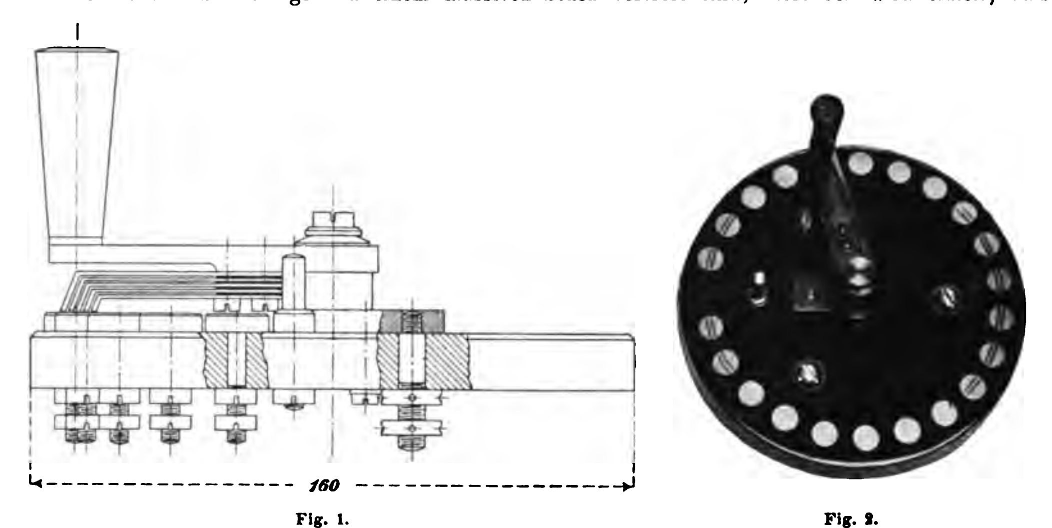


Fig. 1. Fig. 2.

jede Feder für sich aufliegt; man sieht in der Ansicht Fig. 2 die Spuren der zwei Contaktfedern. Das Schaltbrett wird mit Schrauben auf dem Rheostatengestell befestigt.

Die Preise für die Schaltbretter wie für die einzelnen Teile sind a. a. O. mitgeteilt.

Quecksilber-Thermometer bis $+550^{\circ}$ C. Von W. Niehls in Berlin N., Schönhauser Allee 168a. Der Siedepunkt des Quecksilbers ist bei diesen Thermometern dadurch erhöht, dafs der Raum über dem Quecksilber mit comprimierter Kohlensäure gefüllt ist. Die Skala ist nach einem gesetzlich geschützten Verfahren eingebrannt. Das Glas der Thermometerröhren ist Borosilikatglas von Dr. Schott in Jena, da andere, weichere Glassorten dem im Thermometer herrschenden Druck nachgeben würden. Der Preis ist verschieden je nach der gröfseren oder geringeren Exaktheit der Skalenteilung, bei Teilung von 5 zu 5° M 12, ebenso mit Hülfsteilung bei 0° M. 15, bei Teilung in $^{1}/_{1}$ Grad nebst Hülfsteilung bei 0° und Fehlerverzeichnis der physikalisch-technischen Reichsanstalt M. 30—40.

Aufserdem werden Stabthermometer aus Jenaer Normalglas, mit der Schraubenteilmaschine in $^{1}/_{1}$ Grad geteilt, hergestellt, von 0 bis 100° für M. 5, von 0 bis 250° für M. 6, von 0 bis 360° für M. 7,50, von 0 bis 400° für M. 10. Die letzten beiden Sorten sind oberhalb des Quecksilbers mit comprimierter Kohlensäure gefüllt.

Härteskala für Glas. Von W. Niehls in Berlin N., Schönhauser Alle 168a. Unter Härte eines Glases verstehen die Glasbläser den Grad seiner Schmelzbarkeit vor der Gebläselampe. Verschmilzt man die Enden zweier Stäbe aus verschiedenen Glassorten und zieht sie dann langsam von einander, so bleibt an dem härteren Glase eine deutlich sichtbare Kante stehen, während das weichere einen Faden bildet. Nur bei ganz gleicher Härte werden beide Enden gleichmäfsig ausgezogen, ohne dafs eine Abgrenzung entsteht. Auf Grund dieser Beobachtung hat W. Niehls eine Skala zusammengestellt, die 8 Grade umfafst. Es folgen aufeinander: Französisches Krystallglas (stark bleihaltig), weiches thüringer (aus Lauscha), härteres thüringer Glas, Jenaer Normalthermometerglas XVI^{III} von Schott u. Gen., französisches Krystallglas (Thermometerglas von Tonnelot), Borosilikat-Thermometerglas 59^{III}, alkalifreies Thermometerglas 122^{III} (beide von Schott u. Gen.), endlich böhmisches Krystallglas von Cavalier (für Verbrennungsröhren benutzt). Die Proben sind in Form kleiner Stäbchen in einem Kästchen zusammengelegt, je zwei aufeinanderfolgende Sorten sind mit einander verschmolzen, aufserdem ist von jeder Sorte eine Anzahl Probestäbchen für den Gebrauch beigegeben. Die Skala ist für Glashütten wie für physikalische Laboratorien wichtig, da mit ihrer Hülfe leicht entschieden werden kann, ob zwei zusammenzuschmelzende Glassorten zu einander passen. Der Preis beträgt 7,50 M., das Kästchen eignet sich besonders auch für Schulsammlungen.

Himmelserscheinungen im April und Mai 1898.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

Monatstag	April 5	10	15	20	25	30	Mai 5	10	15	20	25	30	
Heliocentrische Längen.	112°	139	164	184	202	218	233	247	260	274	289	305	☿
	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	♀
	196	201	205	210	215	220	225	230	235	239	244	249	♁
	318	321	324	328	331	334	337	340	344	347	350	353	♂
	186	187	187	187	188	188	188	189	189	190	190	190	♃
	247	247	248	248	248	248	248	248	249	249	249	249	♄
Aufst. Knoten.	293	293	292	292	292	291	291	291	291	290	290	290	☾
Mittl. Länge.	183	249	315	21	86	152	218	284	350	56	122	188	☾
Geocentrische Rektascensionen.	176	246	321	21	85	147	210	289	355	55	120	178	☾
	31	37	40	42	41	39	36	35	34	36	39	43	☿
	26	32	38	44	50	56	63	69	76	82	89	96	♀
	14	19	24	28	33	38	42	47	52	57	62	67	☉
	344	347	351	355	358	2	5	9	12	16	19	23	♂
	184	184	183	183	182	182	182	181	181	181	181	181	♃
	251	251	251	250	250	250	249	249	249	248	248	248	♄
Geocentrische Deklinationen.	− 3	− 25	− 13	+ 14	+ 26	+ 10	− 17	− 22	+ 3	+ 24	+ 20	− 4	☾
	+ 15	+ 17	+ 19	+ 19	+ 18	+ 16	+ 14	+ 12	+ 11	+ 11	+ 11	+ 13	☿
	+ 10	+ 12	+ 15	+ 17	+ 18	+ 20	+ 22	+ 23	+ 24	+ 24	+ 25	+ 25	♀
	+ 6	+ 8	+ 10	+ 12	+ 13	+ 15	+ 16	+ 18	+ 19	+ 20	+ 21	+ 22	☉
	− 8	− 7	− 5	− 4	− 2	− 1	+ 1	+ 2	+ 4	+ 5	+ 7	+ 8	♂
	− 0	+ 0	+ 0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	♃
	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	♄
Aufgang.	17h 25m	17.13	17.2	16.51	16.41	16.31	16.21	16.12	16.4	15.57	15.51	15.46	☉
	5h 21m	12 21	15.11	16.28	19.41	0.23	7.9	12.34	14.1	15.55	20.55	1.51	☾
Untergang.	6h 39m	6.48	6.57	7.5	7.14	7.23	7.31	7.39	7.47	7.55	8.2	8.8	☉
	16h 40m	19.21	0.40	7.8	12.20	14.15	15.44	21.3	2.26	8.29	11.47	13.2	☾
Zeitgleichg.	+ 2m 41s	+ 1.16	− 0.2	− 1.10	− 2.8	− 2.54	− 3.27	− 3.47	− 3.51	− 3.41	− 3.18	− 2.42	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

April 6	10h	20m	Vollmond	Mai 5	19h	34m	Vollmond
9	11		Mond in Erdnähe	7	10		Mond in Erdnähe
13	3	28	Letztes Viertel	12	10	36	Letztes Viertel
20	11	21	Neumond	20	1	58	Neumond
25	8		Mond in Erdferne	22	22		Mond in Erdferne
28	15	5	Erstes Viertel	28	6	14	Erstes Viertel

		☿	♀	♂	♃	♄
Aufgang der Planeten.	April 15	17h 18m	17.34	16.11	4.35	11.0
	Mai 16	15. 41	17.6	14.49	2.18	8.49
Untergang der Planeten.	April 15	8. 58	8.20	3.25	16.45	19.17
	Mai 16	5. 41	9.56	3.41	14.38	17.10

Constellationen. April 5 17h ♃ ☌ ☾; 10 6h ♄ ☌ ☾; 10 14h ☿ in gröfster östlicher Ausweichung; 17 15h ♂ ☌ ☾; 21 16h ☿ ☌ ☾; 22 1h ♁ ☌ ☾; 30 10h ♂ im Perihel. — Mai 2 22h ♃ ☌ ☾; 7 13h ♄ ☌ ☾; 13 6h ☿ im Aphel; 16 14h ♂ ☌ ☾; 18 10h ☿ ☌ ☾; 22 5h Uranus ☍ ☉ (*R.A.* 239°,5, *Decl.* — 20°,3 für den Planeten); 22 7h ♀ ☌ ☾, Bedeckung; 27 16h ♃ stationär; 27 23h ♀ im Perihel; 28 6h ☿ in gröfster östlicher Ausweichung; 29 23h ♄ ☍ ☾; 30 6h ♃ ☌ ☾.

Jupitermonde. April: 1 15h 59m I. A; 3 10h 27m I. A; 5 7h 34m II. A; 10 12h 21m I. A; 12 10h 11m II. A; 17 14h 15m I. A; 19 8h 44m I. A; 19 12h 47m II. A; 26 10h 38m I. A; 26 15h 24m II. A. — Mai 2 9h 16m III. A; 3 12h 32m I. A; 9 10h 45m III. E, 13h 13m A; 12 8h 55m I. A; 14 9h 56m II. A; 19 10h 50m I. A; 21 12h 33m II. A; 26 12h 44m I. A.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima sind nicht sichtbar, da sich der Stern mit der Sonne in Conjunktion befindet. — Dagegen sind *β* und *R Lyrae* kaum in einem Monate so gut zu beobachten, wie bei einigermafsen guter Luft im April. Im Mai stört die Mitternachtsdämmerung die Beobachtungen der Veränderlichen mehr und mehr.

Die **Sternschnuppen** der April-Periode (18.—23.) werden gut sichtbar sein, da am 20. Neumond ist.

J. Plafsmann, Warendorf.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. Drittes Heft. Mai 1898.

Neue Versuche mit dem Differential-Thermoskop.

(Zweite Folge.)

Von

Prof. Dr. **Looser** in Essen.

104. Nachweis, dafs die Abkühlung eines Gases bei Druckverminderung der Differenz des Anfangs- und Enddruckes proportional ist[1]). In Versuch *28* (d. Zeitschr. *VIII 297*) ist ein besonderes Glasgefäfs, der in ein weiteres Rohr eingeschmolzene Receptor (Fig. 12) angegeben, durch den schon mittelst weniger Kolbenhube der Luftpumpe, oder auch mittelst der Wasserluftpumpe die bei Verdünnung bzw. Verdichtung der Luft verbrauchte bzw. erzeugte Wärme sich nachweisen läfst. Die dabei auftretenden Differenzen sind zwar ausreichend, um die Thatsache an sich experimentell darzuthun, reichen aber nicht aus, um den für die kinetische Gastheorie so wichtigen Versuch auszuführen dafs die Abkühlung des in einem Raume enthaltenen Gases von der Differenz des Anfangs- und Enddruckes abhängt, d. h. dieser Druckdifferenz direkt proportional sei. (Riecke, *Lehrbuch der Exp.-Phys. II 379.*) Es mufsten deshalb gröfsere Gefäfse von 4, 8 und mehr Litern Inhalt, sowie gröfsere Receptoren benutzt werden, was sich leicht erklärt, wenn man bedenkt, dafs der weitaus gröfste Teil der Wärme an die im Verhältnis zu den naturgemäfs dünnwandigen Receptoren sehr grofsen Gefäfswände der Flasche abgegeben wird. Wenn im folgenden auch nicht die genaue Proportionalität erreicht wird, so zeigen die Versuche doch zunächst eine Zunahme der Abkühlung mit wachsender Druckdifferenz, sodann ergiebt sich noch ein wichtiger Vergleich des in die Atmosphäre, bzw. in einen luftleeren Raum ausströmenden comprimierten Gases.

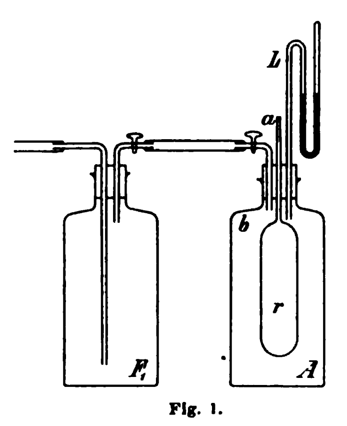


Fig. 1.

Zur Anstellung der Versuche ist es erforderlich, den grofsen cylindrischen, mit Ansatzrohr für den Thermoskopschlauch versehenen Receptor *r* (Fig. 1 rechts) durch einen nicht zu kurzen Gummistopfen hindurchgehen zu lassen; *a* wird mit dem Schlauche des Thermoskops verbunden. Gleichzeitig geht durch eine zweite Durchbohrung ein Kniestück, mit Glashahn oder Schraubenquetschhahn verschliefsbar. Durch eine dritte Öffnung führt man irgend ein Manometer *L* oder, wenn solches besonders vorhanden, ein Ansatzstück für dasselbe ein. Am bequemsten sind (schon des Transportes wegen) kleine Metallmanometer mit Rohransatz. Wenn man sich der weiter unten beschriebenen Me-

[1]) Zu dem hier mitgeteilten Versuche wurde Verfasser von Oberlehrer Dr. Meyer am Realgymnasium zu Cöln angeregt. Die dazu nötigen Flaschen mit Manometern etc. sind durch Robert Müller, Glasbläserei in Essen zu beziehen.

thode der Compression durch die Wasserleitung bedienen kann, ist auch das Manometer noch entbehrlich. An der zur Compression dienenden Flasche A mufs der Gummistopfen mit Bindfaden mehrfach verschnürt sein, was für Drucke bis zu 2 Atm. genügt. Verfasser benutzt einen Verschlufs durch Schrauben, welche eine Metallplatte auf den Gummistopfen und Flaschenhals fest andrücken. Eine ebensogrofse Flasche F_1, sowie eine doppelt so grofse F_2 wurden zum Evakuieren entsprechend eingerichtet und bedürfen dieser Vorsichtsmafsregel nicht, doch mufs selbstverständlich ein anderes Manometer zur Verwendung kommen. Zum Evakuieren genügt eine Wasserluftpumpe; die des Verfassers gestattete eine Entleerung bis zu 23 mm Druck, der im folgenden vernachlässigt und als Druck von 0 Atm. bezeichnet wird. Es zeigen nun zunächst vermittelst dieser Flaschen die beim Verdichten bzw. Verdünnen der Luft erzeugten bzw. verbrauchten Wärmemengen in viel deutlicherer Form als in dem oben erwähnten Versuche *28* (*VIII 297.*)). Die weit wichtigeren zum besseren Verständnis der adiabatischen Zustandsänderungen dienenden Versuche, die sich nunmehr bequem anstellen lassen, sind jedoch folgende:

1. Die kleinere Flasche A wird entweder durch Compressionspumpe oder bequemer auf die S. 107 Anm. beschriebene Art mit Luft von 2 Atmosphären Druck gefüllt. Nach Abkühlung der durch Compression erwärmten Luft wird der Hahn des Knierohrs geöffnet, die Luft entweicht und das Thermoskop zeigt eine Abkühlung um 30 mm.

2. Die kleinere Flasche wird mit Luft von 2 Atm. gefüllt, die zweite gleichgrofse F_1 evakuiert. Die Kniestücke werden durch Druckschlauch verbunden. Nach dem Temperaturausgleiche läfst man die comprimierte Luft in die gleichgrofse luftleere Flasche strömen. Die Abkühlung am Thermoskop beträgt (mit höchstens 1 bis 1,5 mm Unterschied) — 30 mm.

3. Die kleinere Flasche A wird mit Luft von 2 Atm. gefüllt, die doppelt so grofse F_2 evakuiert, im übrigen wie in 2. verfahren. Die Abkühlung in der Flasche A beträgt am Thermoskop ungefähr 36 bis 38 mm.

4. Die kleinere Flasche A wird mit Luft von 2 Atm. gefüllt, die beiden andern Flaschen F_1 und F_2 evakuiert und durch T-Stück gleichzeitig mit der Compressionsflasche A verbunden, so dafs also die Wirkung dieselbe ist, wie wenn letztere mit einer dreimal so grofsen Flasche verbunden wäre. Ausschlag 45 mm[2]).

Übersicht der Hauptversuche.

	Verw. Flasche	Inhalt in Litern	Luftdruck in Atm. zu Anfang des Vers.	Enddruck	Ausschlag in mm
1	A Atmosphäre	4	2	1	— 30
2	A F_1	4 4	2 0	1	— 30
3	A F_2	4 8	2 0	$^2/_3$	— 37
4	A $F_2 + F_1$	4 12	2 0	$^2/_4$	— 45

[2]) Die Versuche sind mehrfach wiederholt und auf der Philologenversammlung in Dresden im Oktober 1897 in der physikalischen Sektion genau mit denselben Ergebnissen vorgeführt worden.

Stellt man ohne Compression die Versuche unter 2., 3., 4. mit einer Flasche mit gewöhnlicher Luft einerseits und denselben evakuierten Gefäfsen andererseits an, so ergeben sich die Ausschläge wie folgt, den obigen in 2., 3., 4. entsprechend:

5. 13 bis 15 mm, 6. 17 bis 20 mm, 7. 22 bis 23 mm.

Es wurde aufserdem noch die kleine Flasche A wie in 2. mit comprimierter Luft von 2 Atm. gefüllt und mit einer gleichen Flasche B, die gewöhnliche Luft enthielt, verbunden. Der Ausschlag betrug

8. 13 bis 15 mm, also dasselbe wie in 5.

Durch 2., 3., 4. sowie durch 5., 6., 7. ergiebt sich als Thatsache, dafs die Abkühlung des comprimierten Gases um so gröfser ist, je gröfser das angeschlossene evakuierte Gefäfs ist, d. h. je mehr die Anfangs- und Enddrucke verschieden sind.

Aus 1. und 2. geht hervor, dafs bei gleichem Enddrucke (1 Atm.), also gleicher Differenz, dieselbe Abkühlung, derselbe Wärmeverbrauch statt hatte, einerlei, ob das Gas an die Atmosphäre ausströmt oder in einen leeren Raum. Z. B. würde dieselbe Temperatur-Differenz sich ergeben bei Compression auf 3 Atm. und Verbindung mit einer doppelt so grofsen evakuierten Flasche, wie wenn die auf 3 Atm. comprimierte Luft in die Atmosphäre ausströmt.

Endlich zeigt sich bei 5. und 8. dieselbe Abkühlung bei gleicher Anfangs- und Enddruckdifferenz, denn bei 5. ging der Druck von 1 auf $^1/_2$ Atmosphäre, bei 8. von 2 auf $^3/_2$ Atmosphären.

Entsprechend dem gröfseren Wärmeverbrauch auf der einen Seite (A) war die Temperaturerhöhung auf der anderen Seite geringer, d. h. bei Versuch 2 am gröfsten, bei 4 am kleinsten. Man kann den ganzen Vorgang besser verstehen, wenn man ihn in einzelne Phasen zerlegt denkt. Zunächst werde wie in 2. eine kleine Flasche A mit comprimierter Luft an eine ebensogrofse evakuierte B angeschlossen. Es ergiebt sich eine Temperaturerniedrigung einerseits, eine Erhöhung andrerseits (die stets etwas gröfser ausfällt als das minus bei der ursprünglich comprimierten Flasche), wie sich oben zeigte um 30 mm. Wird jetzt eine zweite evakuierte Flasche C noch an B angeschlossen, so wirkt diese auf beide Flaschen noch weiter verdünnend, druckvermindernd, ein, dann giebt A noch einen weiteren Teil der Wärme ab (geht wie in Versuch 3 auf 37 mm Differenz), und die in B erzeugte Wärme wird wieder zum Teil abgegeben an C und zum Teil aus A ersetzt, oder mit anderen Worten: die in A verbrauchte Wärme verteilt sich auf B und C; ebenso würde nun beim Anschlufs einer neuen evakuierten Flasche aus A abermals Luft herausgezogen und Wärme verbraucht, allein diese Wärmemengen werden immer kleiner, da die Anfangs- und Enddruckdifferenz bei jedem Anschlusse geringer wird. Bei einem Anfangsdrucke von 2 Atm. ist der Enddruck bei Anschlufs einer Flasche $^2/_2$, bei Anschluss von 2 Flaschen $^2/_3$, von 3 Flaschen $^2/_4$ Atm. und diesen Differenzen entsprechend ist der Wärmeverbrauch. So kann man sich klar machen, dafs je gröfser die evakuierte Flasche ist, um so mehr Wärme in A verbraucht wird, und auch weniger Wärme verbraucht wird als bei Anschlufs einer gleichgrofsen Flasche oder, was (Vers. 1 und 2) dasselbe ist, beim Anschlufs an die Atmosphäre[3]).

[3]) Die Compression der Luft in der Flasche A auf 2 Atm. kann, wenn Wasserleitung vorhanden ist, auf sehr einfache und bequeme Weise bewerkstelligt werden. Die Anordnung ist in Figur 1 angegeben. Man verbindet F_1, eine beliebige, doch wo möglich gröfsere Flasche als A, durch deren Gummistopfen 2 Glasrohre gehen, mit der Wasserleitung, indem man den Druckschlauch an das längere Rohr anschliefst. Beträgt der Inhalt der beiden Flaschen (nach Abrechnung des Receptors r) n Liter, so hat man nur nötig, $n/_2$ Liter Wasser in die gröfsere Flasche einlaufen zu

Bei der aus den Lehrbüchern gewonnenen Auffassung von Arbeitsleistung würde man wohl zunächst erwarten, dafs das Gas, das keinen Luftdruck zu überwinden hat (Vers. 2, 3, 4), weniger Wärme verbrauchen müsse als das dem Luftdrucke entgegenarbeitende. Fafst man aber die geleistete Arbeit so auf (Anordnung mit mehreren gleichgrofsen Flaschen), dafs das Gas immer mehr Arbeit leisten mufs, um sich erst auf $^2/_2$, dann auf $^3/_2$, dann auf $^4/_2$ etc. Atmosphären durch Abstofsen eines weiteren Luftquantums zu bringen, so wird das Ergebnis verständlich. Verfasser wird sich über diesen Punkt gern von berufenerer Seite belehren lassen. Jedenfalls erscheint der Versuch von Joule, der einen Metallbehälter evakuierte und in einem gleich grossen die Luft auf 22 Atm. comprimierte, in einem anderen Lichte. Die Summe der erzeugten und verbrauchten Wärme braucht (abgesehen von kleinen sich der Beobachtung entziehenden, aus der Theorie folgenden Differenzen, vergl. Riecke, *Vorlesungen* an der oben angezogenen Stelle) nicht darum gleich Null zu sein, weil das Gas aus dem einen Behälter in einen luftleeren fliefst, wobei stets betont wird, dafs es dabei keine Arbeit leiste. Die algebraische Summe würde auch (abgesehen von oben angeführten Differenzen) gleich Null sein, wenn in dem einen Behälter 22, in dem andern beispielsweise 10 Atm. wären.

105. Verhältnis der vom el. Strome geleisteten Arbeit zur Wärme. In die Kapsel *a*, die wie bisher mit Alkohol bis zum Teilstriche 20 angefüllt ist, wird eine Platinspirale *p* eingeführt. Man läfst nun den Strom der Stromquelle *S* (Fig. 2) durch die Spirale und durch eine nicht zu kleine Dynamomaschine *D* gehen, so wie sie vielfach als Spielzeug auf den Markt gebracht wird, und wählt die Stromstärke so, dafs trotz des Widerstandes in *a* die Maschine lebhaft rotiert. Die in *a* erzeugte Wärme ist dann sehr gering, die Flüssigkeitssäule des Thermoskops geht nur langsam herauf, beginnt aber lebhafter zu steigen, sobald man die kleine Maschine durch ein zwischengeklemmtes Holzstück still hält. Die jetzt nicht in Arbeit verwandelte Energie wird dafür in Wärme verwandelt.

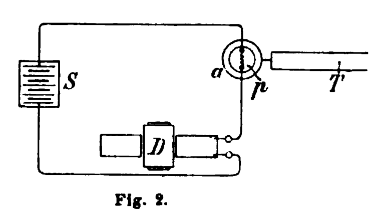


Fig. 2.

Wenn das Steigen längere Zeit gedauert hat (eventuell setzt man die Flüssigkeitssäule wieder auf 15 zurück) empfiehlt es sich, die Maschine wieder laufen zu lassen, die Säule geht dann prompt zurück, um beim Anhalten sofort wieder zu steigen u. s. w. Vielleicht zieht mancher Experimentator vor, zuerst das Verschwinden der Wärme bei Arbeitsleistung zu zeigen. Man hat dann nicht nötig, den Strom erst sämtliche Wärme erzeugen zu lassen, sondern bringt, nachdem man den Hahn des Manometers geöffnet, erwärmten Alkohol in die Kapsel. Wie weit man erwärmen mufs (40—50°), lehrt die einmalige Anstellung des Versuches in der obigen

lassen. Man bezeichnet sich die Stelle mit einer Marke und ist dann sicher, in der Flasche *A* stets denselben Druck zu erzielen, worauf es in erster Linie ankommt. Als Manometer empfiehlt sich ein kurzes Luftdruckmanometer *L*, dessen abgesperrte Luft nach dem Mariotteschen Gesetze den Druck erkennen läfst. Das des Verfassers sperrte eine ungefähr 12 cm lange Luftsäule ab; (eine häufig gestellte Aufgabe für die Schüler ist es, den Stand des Quecksilbers im geschlossenen Schenkel bei 2 Atm. zu berechnen). Durch unvermeidliche Undichtheiten wird er nicht genau erreicht. Es kommt aber bei den beschriebenen Versuchen lediglich darauf an, dafs in allen Fällen derselbe Überdruck erzielt werde. Bei stets gleichmäfsigem Einleiten des Druckwassers kann man sogar bald am Thermoskop den Punkt merken, an dem die Compression auf 2 Atm. erreicht ist.

Es empfiehlt sich, an den Kniestücken (Druck-) Schlauchenden zu befestigen und diese erst durch Zwischenstück zu verbinden, dann erst die zum Ausgleich dienenden Hähne zu öffnen. Man operiert dann sicherer und die Gefahr, die Hahnstücke abzubrechen, ist geringer.

Form. Man zeigt dann erst, dafs bei stillstehender Dynamomaschine der Strom die Wärme noch vermehrt (ob er die ganze Wärme selbst produziert hat oder nicht, ist ohne Belang) und beim Betriebe der Maschine durch den Strom sofort Wärme verschwindet. Verfasser bringt sogleich erwärmten Alkohol in die Kapsel und setzt, während die Maschine läuft, so lange auf 15 zurück, bis Ab- und Zugang der Wärme gleich sind, dann steigt das Thermoskop sofort, wenn die Maschine still steht. Verfasser ist der Ansicht, dafs bei Ermittelung des Trägheitsmomentes und der Umdrehungsgeschwindigkeit einerseits und der erzeugten Wärmemenge andererseits sich das mechanische Wärmeäquivalent annähernd berechnen lassen wird.

Nachweis des Jouleschen Gesetzes für Drähte und Flüssigkeiten.

106. Unterschiede der Wärmeentwicklung in Platin- und Silberdrähten. Durch Versuch 51 (vergl. diese Zeitschrift *VIII 300*) wurde die Richtigkeit des Jouleschen Gesetzes für Drähte gleicher Beschaffenheit (Platin), deren Längen sich wie 1 : 2 verhalten, nachgewiesen. Es liegt nahe, auch die Änderungen in der Entwickelung der Wärme zu zeigen, die in der spezifischen Leitungsfähigkeit begründet sind. Man hat nur nötig, in Versuch 51 den 30 cm langen, in die mit ca. 22 cm Alhohol gefüllte Kapsel tauchenden Platindraht durch einen Silberdraht oder Kupferdraht von gleichem Durchmesser in derselben Länge (15 cm) zu ersetzen. Bei Silber ist der Ausschlag am Thermoskop kleiner als ein Viertel des durch den Widerstand des Platins hervorgerufenen (spez. Widerstände 0,94 : 4,1).

107. Um den Einflufs der Dicke der Drähte auf die Erwärmung zu ermitteln, wird statt des Silberdrahtes ein doppelt so starker, gleich langer Platindraht eingeschaltet. Die Wärmemengen verhalten sich dann sehr nahe wie 1 : 4 (Untersuchungen von Lenz über einen in Alkohol getauchten Stromteil). Man ziehe die Spirale so aus, dafs sie so tief wie möglich in den Alkohol hineinragt.

108. Scheinbar dem vorigen Ergebnisse widersprechender Versuch bei aufeinander folgender Einschaltung eines dünnen bzw. dickeren Drahtes in denselben Stromkreis. Sobald durch Versuch nachgewiesen ist, dafs die Wärme in einem Drahte, der doppelt so dick ist als ein anderer, nur ein Viertel der durch jenen erzeugten Wärme ist, dafs diese aber caeteris paribus dem Quadrate der Stromstärke proportional ist (siehe Versuch 111), läfst sich im Anschlufs an den Versuch 107 ein sehr lehrreicher, gewissermafsen zur Kontrolle des Verständnisses dienender Versuch anstellen, dessen Erklärung eine hübsche Denkaufgabe enthält. Man läfst den Strom erst 3 Minuten lang durch die dünne Platinspirale von 15 cm gehen. Die Flüssigkeitssäule steige dann (Ergebnis des Verfassers) um 6 cm. Dann nimmt man die Zuleitungsdrähte ab und führt den Strom durch die bei Vers. 107 benutzte ebenso lange, aber doppelt so dicke Spirale, die schon in die 2. Kapsel eintauchte, so wird nach 3 Minuten die Differenz etwa 18,5 sein (von 15 bis 30 und zurück von 15 bis 18,5). Wie erklärt sich dies nach Versuch 107, wo die im stärkeren Drahte erzeugte Wärme $^1/_4$ der anderen war? Als Stromquelle wurden 2 hintereinander geschaltete Akkumulatorenzellen benutzt.

109. Einflufs der Temperatur des Leitungsdrahtes auf die an einer anderen Stelle des Stromkreises erzeugte Wärme. Ohne nähere Beschreibung wird sich zeigen lassen, dafs in einer mit Alkohol (wie in den bisherigen Versuchen) gefüllten Kapsel mehr Wärme erzeugt wird, sobald man einen vorher eingefügten Widerstand ausschaltet. Es genügt eine der beigefügten Platinspiralen (die Wärme verteilt sich auf beide Spiralen). Der Versuch könnte selbstverständlich und daher

überflüssig erscheinen; er trägt aber dennoch, wie Verfasser gefunden, zur Klärung der Begriffe von den Vorgängen im Stromkreise bei. Lehrreicher ist der folgende Versuch.

Man setzt wieder in die Kapsel *a* eine 15 cm-Spirale aus Platin in 22 ccm Alkohol, während man die andere gleiche Spirale einfügt, jedoch nicht in Alkohol eintaucht. Schliefst man jetzt den Strom (2 Akk.), so wird in *a* viel Wärme erzeugt, doch kommt nach mehrfachem Herabsetzen die Flüssigkeitssäule zum Stehen. Nun taucht man die zweite Spirale gleichfalls in irgend ein nicht zu kleines mit Alkohol oder auch Wasser gefülltes Becherglas. Es beginnt jetzt die vorher stationäre Flüssigkeitssäule wieder zu steigen (nach den Beobachtungen des Verfassers um 3 bis 4 cm). Man zeigt also hier, dafs die Temperatur der zweiten Spirale auf die Stromstärke, also auch auf die erzeugte Wärme von Einflufs ist. (Die der zweiten Spirale entzogene Wärme vermehrt die Wärmeabgabe des Stromes, trotzdem erscheint in a_1 mehr Wärme, weil der kältere Draht weniger Widerstand bietet, der Strom sich also verstärkt.

Der Unterschied in den Wärmemengen bei Parallelschaltung etwa zweier Elemente und bei Hintereinanderschaltung läfst sich nach dem bisher Mitgeteilten leicht zeigen.

110. Die Wärme des Induktionsstromes. Der aus einem Induktor von 18 cm Funkenlänge kommende Induktionsstrom hatte auf eine eingeschaltete in Alkohol tauchende Platinspirale keine durch das Thermoskop ersichtliche Wärmewirkung. Als Stromquelle dienten 5 hintereinander geschaltete Akkumulatorenzellen.

111. Es erübrigt nachzuweisen, dafs die in einem Stromteile hervorgebrachte Wärmemenge dem Quadrate der Stromstärke proportional ist. Man hat hier nicht nötig, sich zwei gesonderte Ströme zu verschaffen, sondern benutzt mit Vorteil die Stromverzweigung. In d. Zeitschr. *IX 288* wurde von Herrn P. Meutzner bereits auf diese auch in Jamieson-Kollert, *Elemente des Magnetismus und der Elektrizität,* angegebene Anordnung aufmerksam gemacht. Verfasser wurde bereits vorher durch Prof. W. Steinbrinck (Lippstadt) auf Stromverzweigung hingewiesen. Der Nachweis läfst sich auf zwei verschiedene Arten erbringen. Die erste Anordnung giebt Fig. 3 im Grundrifs.

Man läfst in *a* (Fig. 3) unter den in Vers. *106* angegebenen Bedingungen eine Platinspirale *p* von 15 cm Länge, in a_1 eine doppelt so lange p_1 in Alkohol tauchen. Der Strom verzweigt sich, wie in der Fig. 3 ersichtlich, bei *v* und v_1. Macht man nun, was leicht zu erreichen, die von den Verzweigungsstellen nach a_1 gehenden Leitungsdrähte von Klemme zu Klemme noch doppelt so lang als die nach *a* gehenden Stücke, so ist in dem Stromteil $v\,a_1\,v_1$ der Widerstand genau doppelt so grofs als in dem Stromkreise $v\,a\,v_1$, die Stromstärke in jenem also nur die Hälfte. Nach dem Jouleschen Gesetze, demzufolge die in einem Stromteile erzeugte Wärmemenge dem Quadrate der Stromstärke proportional ist, mufs also die erzeugte Wärme nur ein Viertel der im anderen hervorgerufenen sein; da aber der eingetauchte Stromteil hier doppelt so grofs ist, so ergiebt sich nach Vers. *52* nur die Hälfte. Die Thatsache ist augenfällig, dafs jetzt in der gröfseren Spirale, wo bei Versuch *52* die doppelte Wärmemenge erschien, nur die Hälfte der in der anderen Kapsel erzeugten zum Vorschein kommt.

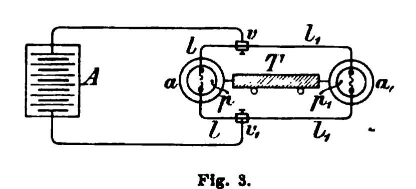


Fig. 3.

Diese Anordnung hat den Vorteil, dafs der Versuch mit den bereits als Nebenapparaten für Versuche vorhandenen Spiralen ausgeführt werden kann. Auch folgende

Anordnung liefert gute Ergebnisse. Man läfst unter übrigens gleichen Verhältnissen in jede Kapsel a und a_1 gleich lange Spiralen (15 cm) eintauchen und schaltet aufserdem noch in den Kreis $v\, a_1\, v_1$ eine 3. Spirale oder einen Platindraht derselben Dicke von 15 cm ein. Dann verhalten sich die Wärmemengen in a und a_1 ziemlich genau wie 4 : 1.

112. Nachweis des Jouleschen Gesetzes für Flüssigkeiten. In Vers. *52*, diese Zeitschr. VIII S. 300, wurde bereits die Methode kurz angedeutet, wie das Gesetz der Wärmeerzeugung durch den elektrischen Strom für Flüssigkeiten nachzuweisen sei. Es genügen die dort gemachten Angaben. Wir bringen nun, nachdem die Versuche zum Abschlufs gelangt, Zeichnung und Beschreibung der erforderlichen Elektroden[4]).

Zwei Kupferplatten b und c (Fig. 4) sind mit möglichst starken Kupferdrähten vernietet. Letztere sind zum Schutze gegen die Flüssigkeit mit Glasröhren umgeben. Zwischen Draht und Glasrohr ist Paraffin eingelassen. Die obere Elektrode b sitzt fest im Korke, während die untere c leicht verschiebbar sich sowohl durch Kork als durch die obere Platte b bewegt. Man füllt die Kapseln a mit conzentrierter Lösung von Kupfervitriol[5]) und läfst am besten den Strom an der oberen Platte eintreten. Auf der einen Seite läfst man die Elektroden 2 cm, auf der andern 4 cm von einander abstehen (oder auch $1^1/_2$ bzw. $4^1/_2$). Die Oberflächen derselben sind, wie ein Blick auf die Figur zeigt, fast ganz gleich, da der nicht wirkenden Durchgangsstelle an der oberen Platte die gleichfalls aufser Wirkung bleibende Ansatzstelle an der unteren Platte entspricht.

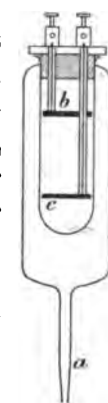


Fig. 4.

Läfst man jetzt einen kräftigen Strom (10—12 Volt) durch die hintereinander geschalteten Zellen (Fig. 4) durchgehen (Verfasser benutzte ein 4 zelliges Akkumulatorensystem, da der Widerstand der beiden Flüssigkeitssäulen ziemlich grofs ist), so verhalten sich die Ausschläge genau wie 1 : 2 bzw. 1 : 3.

Bem. Wenn nach 2 Minuten kein vergleichbares Ergebnis, Steigen der Säulen um wenigstens 1 und 2 bzw. 1 und 3 cm vorhanden, so ist der Strom zu schwach. Die daraus folgende längere Dauer des Versuches würde durch die ev. Änderungen der Temperatur des Hörsaales das Ergebnis trüben.

Ganz entsprechend dem Versuche für Drähte (111) läfst sich in derselben Anordnung wie dort Fig. 3 durch Stromteilung zeigen, dafs die Wärme dem Quadrate der Stromstärke proportional ist. Man sorge nur, dafs etwa rechts die äufseren Widerstände und die in der Zersetzungszelle (Abstände der Platten) das Doppelte von links eingeschalteten Widerständen sind, so ergiebt sich genau das der Theorie entsprechende Verhältnis. Die Säule rechts steht jetzt im Gegensatz zum vorigen Versuche genau halb so hoch als links.

Nach dem Gebrauche sind die Elektroden sorgsam abzuspülen und zu trocknen. Bei späterem Gebrauche wird dann wohl durch nicht vermeidliche Oxydationen oder andere chemische Veränderungen das Ergebnis etwas getrübt. Man läfst dann, ehe man die Hähne des Thermoskops schliefst, den Strom eine Weile hindurch-

[4]) Dieselben sind durch Robert Müller, Gläsbläserei in Essen zum Preise von 12 M. für beide Paar zu beziehen.

[5]) Von anderer Seite wurde dem Verfasser während der Drucklegung dieses Aufsatzes eine jetzt für elektrochemische Zwecke vielfach verwendete Lösung von folgender Zusammensetzung vorgeschlagen: 15 g Kupfersulfat, 5 g Schwefelsäure, 5 g Alkohol, 100 g Wasser. Ein Versuch ist noch nicht damit gemacht worden.

gehen. Durch probeweises Schliefsen findet man bald den Punkt, wo die sekundären Wirkungen aufhören und das exakte Verhältnis in den Wärmemengen wieder hergestellt ist.

113/114. Nachweis der Gesetze über die Erwärmung dünner Drähte durch den Entladungsschlag einer Leydener Batterie.

Wie beim Riefsschen Luftthermometer wird (Fig. 5) eine Glaskugel *S* von ungefähr 8 cm Durchmesser an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen durchbohrt und an einer dritten Stelle mit einem Rohransatz *a* versehen. Durch die beiden Löcher werden zwei in Kugeln endigende starke Messingdrahtstücke gut isoliert und luftdicht eingeführt, die durch einen feinen Platinspiraldraht (nach Riefs ungefähr 13 cm lang, 0,08 mm dick) innerhalb der Kugel mit einander verbunden sind. An dem Rohransatz (*a*) wird der Schlauch des Thermoskopes angesteckt. Die Anordnung des Versuches kann auf folgende Weise geschehen: der eine Pol (+) einer Influenzmaschine wird mit dem inneren Belege einer Leydener Batterie verbunden, der andere zur Erde abgeleitet. Vom äufseren Belege der Batterie (*B*) geht einerseits eine Leitung l_2 nach dem inneren Belege einer Mafsflasche (*M*), deren äufserer Beleg zur Erde abgeleitet ist. Andrerseits ist er unter Einschaltung des Platinspiraldrahtes (*S*) und eines Funkenziehers *F* mit dem Pole (+) der Maschine verbunden. Man mifst nun durch die Anzahl der Entladungen der Mefsflasche die Stärke der Batterieladung und schliefst dann mit dem Funkenzieher plötzlich den Stromkreis.

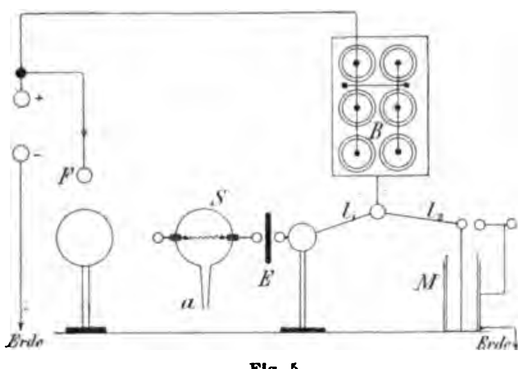


Fig. 5.

Bei dieser Versuchsanordnung ergaben sich recht gute Resultate, wenn verhindert wurde, dafs während der Ladung der Batterie Influenzelektrizität II. Art durch den Platindraht hindurchging. Man kann dies leicht dadurch erreichen, dafs man zwischen Platindraht und äufseren Beleg eine kleine Funkenstrecke einschaltet, in die man während der Ladung eine Ebonitplatte (*E*) hält. Im Augenblicke der Entladung wird die Platte weggezogen. Aufserdem ist nach jedem Versuche die Batterie sorgfältig zu entladen. Es mögen hier die Ergebnisse zweier Versuchreihen angeführt werden.

Anzahl der Batterieflaschen	Anzahl der Mefsflaschenentladungen	Ausschläge in Skalenteilen (cm) des Thermoskopes I. Versuch	II. Versuch
5	15	1	1,2
5	30	4,2	5
5	45	9,2	11
5	20	1,8	1,9
4	20	2,4	2,6
3	20	3,4	4
2	20	4,4	4,8

Hierdurch sind für Schulversuche mit hinreichender Genauigkeit zwei wichtige Riefssche Sätze bewiesen, nämlich, dafs die Temperaturerhöhung des Metalldrahtes in dem

Schliefsungsbogen dem Quadrate der in der Batterie enthaltenen Elektrizitätsmenge direkt, der Oberfläche der Batterie umgekehrt proportional ist[6]).

115. Die Erzeugung von Wärme durch Schütteln von Quecksilber, wie sie Tyndall zuerst mittelst seiner empfindlichen Thermosäule gezeigt hat, läfst sich mit sehr einfachen Mitteln bewerkstelligen. Man bringt in die Kapsel (*a*) einige ccm Quecksilber, verschliefst dieselbe mit Gummistopfen und klemmt die Kapsel in einen möglichst langen Halter. Nachdem man den Schlauch angeschlossen, lasse man das Ganze einige Zeit liegen. Schüttelt man jetzt das Quecksilber in der Kapsel heftig etwa eine Minute lang, so treibt man die Flüssigkeitssäule über ein Centimeter hinauf. Sehr geeignet ist dazu ein besonderer Apparat von der Form der nebenstehenden Fig. 6 aus Jahrgang *VIII 297*[7]). Der innere Cylinder ist verschlossen und enthält das Quecksilber, der äufsere ist an das Thermoskop angeschlossen und kann auch sofort ein für allemal mit Holzgriff zum Schütteln versehen sein. Der letztere darf nicht zu kurz genommen werden, weil sonst die Wärme der an der Hand vorbeistreichenden Luft das Ergebnis trübt. Man ziehe in diesem Falle derbe Fausthandschuhe an. Dafs die Reibung des lebhaft bewegten Gummischlauches nicht mitwirkt, bekundet ein einfacher Controllversuch. Man klemmt den Schlauch mittelst Halters zu und schüttelt in derselben Weise, so wird man keine Veränderung bemerken. In ähnlicher Art weist man nach, dafs die Reibung des Glases an der Luft keinen Einflufs hat.

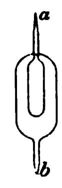


Fig. 6.

116. Nachweis, dafs die Temperatur des aus siedenden Salzlösungen aufsteigenden Wasserdampfes die Temperatur der siedenden Lösung hat. Bekanntlich hatte RÜDBERG aus seinen Versuchen den Schlufs gezogen, dafs die Temperatur des aus siedenden Salzlösungen entweichenden Wasserdampfes dieselbe sei, wie die des aus reinem Wasser sich entwickelnden Dampfes. REGNAULT wies den begangenen Fehler nach, er zeigte, dafs an der Thermometerkugel sich Wasser condensiert, dafs also nur die Temperatur des die Kugel umgebenden siedenden reinen Wassers gemessen wurde. Seine eigenen Beobachtungen litten indessen noch an dem Fehler, dafs das Thermometergefäfs nicht ganz gegen das durch Condensation gebildete herabrinnende Wasser geschützt war. Erst MAGNUS vermied die Condensation dadurch, dafs er das Thermometer erst auf die Temperatur der siedenden Flüssigkeit erhitzte. Der umständliche Apparat ist zu einfachen Demonstrationszwecken ungeeignet. Die folgende für Thermometer und Thermoskop geeignete Methode ermöglicht die vorherige Erwärmung und Verhinderung der Condensation auf einfache Weise. Es läfst sich dann leicht der Nachweis liefern, dafs Lösung und Dampf (sehr nahe) gleiche Temperatur haben. Die Anordnung besteht darin, den Wärmereceptor erst in die siedende Salzlösung eintauchen zu lassen, darauf letztere so weit zu entfernen, dafs die Kugel des Receptors nunmehr sich über der Flüssigkeit im Dampf derselben befindet. Zur Ausführung dient der nebenstehende Apparat (Fig. 7). In eine Kochflasche mit möglichst weitem Halse tauchen der Receptor *r* und ein Heberrohr *b* gleich tief ein; durch den Hals geht dann noch

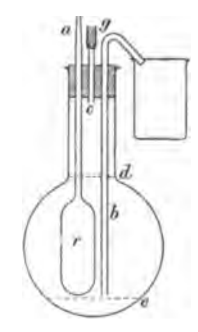


Fig. 7.

---

[6]) Die hier beschriebenen Versuche welche, auf der Philologenversammlung in Dresden vorgeführt wurden, sind dem Verfasser von Dr. Hans Lohmann freundlichst mitgeteilt und für die vorliegende Abhandlung zur Verfügung gestellt worden.

[7]) Zu beziehen durch Robert Müller, Glasbläserei in Essen, für 9 M., mit Holzgriff für 13 M., Apparat Fig. 7 zu 5 M.

ein kurzes, durch Gummischlauchstück und Quetschhahn (mit Schraube) verschliefsbares Glasrohr *c*. Man füllt bis *d* mit concentrierter Kochsalzlösung und bringt dieselbe zum Sieden. *a* ist während dessen schon mit dem Schlauche des Thermoskops verbunden, den man für diesen Versuch zweckmäfsig doppelt so lang nimmt, um das Thermoskop möglichst abrücken zu können. Der Hahn bleibt bis zum Eintreten des Siedens offen, und wird erst endgültig geschlossen, wenn kein Steigen mehr erfolgt. Schliefst man, ohne die (etwas verkleinerte, nur zur Unterhaltung des Siedens ausreichende) Flamme wegzunehmen, den Quetschhahn bei *g*, so tritt nunmehr durch den eigenen Dampfdruck die Salzlösung in ein hochgestelltes Gefäfs. Dasselbe mufs hochstehen, weil sonst durch Verlängerung des Ausflufsstückes der Heber *b* schon während des Siedens selbstthätig wirken würde. Der Flüssigkeitsspiegel sinkt bis *e*, sodafs sich Receptor nunmehr im Dampf befindet, ohne dafs ein Teil des Rohres, wie es etwa beim Herausziehen aus der Flüssigkeit der Fall gewesen wäre, mit kälterer Luft in Berührung tritt. Der Indikator zeigt dann eine nur geringe Temperaturerniedrigung (1 bis 1,5 cm). Die Flüssigkeit hat die Temp. 108,4. Wäre die Annahme Rüdbergs richtig, so müfste die Säule um mehr als 10—12 cm herabgehen.

Noch eine andere Anordnung ermöglicht denselben Versuch. Wenn man nämlich den Receptor *r*, (eine der mit Schrot gefüllten Kapseln), mittelst Gummischlauches von derselben Dicke, wie er für das Thermoskop verwertet wird, mit dem Ansatz *a* verbindet und durch *c* einen mit dem Halse von *r* verbundenen Draht einführt (*b* wird dann überflüssig), so kann man *r*, falls der Hals lang genug ist, innerhalb der Flasche aus der Flüssigkeit in den Dampf heben, ohne dafs irgend ein Teil durch Herausziehen sich abkühlt.

117. Abhängigkeit des Siedepunktes der Flüssigkeiten vom Druck. Das Sieden bei vermindertem Druck wird meist durch den bekannten Versuch in einer Kochflasche gezeigt, die umgekehrt und mit kaltem Wasser übergossen wird. Nicht jedes Glas hält diese plötzliche Abkühlung aus. Ein Anhalt über das Mafs der Temperaturabnahme fehlt. Verfasser bedient sich, um die Erscheinung zu zeigen, folgender Anordnung, die zugleich ein Sieden unter gewöhnlichen Bedingungen, d. h. mit untergesetzter Flamme gestattet und die Constanz des neuen Siedepunkts gleichfalls erkennen läfst. Man füllt den Bauch einer ca. 1 Liter fassenden, lang- und weithalsigen Flasche (Fig. 7) mit Wasser, sodafs der durch den 3fach durchbohrten Gummistopfen gehende erweiterte Teil des Receptors *a* ganz mit Wasser bedeckt ist und auch beim Sieden möglichst gar kein Wasser in den Hals tritt. Das gebogene Rohr *b*, das bei diesem Versuche ganz kurz ist, und eben unter den Gummistopfen hinüberragt, wird nun mittelst dickwandigen sog. Vakuumschlauches mit der Wasserluftpumpe in Verbindung gesetzt. Sobald (vergl. Vers. 94, diese Zeitschr. *IX 271*) das Wasser constanten Siedepunkt am Thermoskop zeigt, läfst man die Wasserluftpumpe wirken, ohne die Flamme wegzunehmen. Um aber über dem Wasser eine constante Druckverminderung zu haben, setzt man jetzt in die dritte Öffnung des Stopfens (*c*) eine Capillare, so tritt bald ein Druckgleichgewicht ein, die Flüssigkeitssäule des Thermoskops geht auf die dem verminderten Druck entsprechende Höhe herab. Hat man den Apparat einmal zu diesem Zwecke vorgerichtet, so erfordert der Versuch nur wenig Umstände. Natürlich kann man ihn auch so anstellen, dafs man die Flamme wegnimmt und die dritte Öffnung durch einen Glasstab ab und zu eine Zeitlang schliefst. In diesem letzteren Falle bleibt die Implosionsgefahr bei zu weitgehender Druckverminderung dieselbe wie bei dem gewöhnlichen eingangs erwähnten Versuche. Doch kann man bei der eben beschriebenen Anordnung dickeres

Glas verwenden (da ja auch die plötzliche Abkühlung wegfällt) und dann den Versuch ziemlich weit treiben.

118. Erniedrigung des Gefrierpunktes durch Salze. In Vers. 96 (diese Zeitschr. *IX 271*) wurde die Möglichkeit angedeutet, bei einer in Eis getauchten Kapsel nach Eintreten der Constanz der Flüssigkeitssäule durch aufgestreutes Kochsalz das weitere Sinken der Temperatur zu beobachten. Der Versuch läfst sich noch auf verschiedene Art abändern. 1. Man kühlt durch längeres Einsetzen in Schnee eine Kochsalzlösung sowie Wasser auf Null Grad ab, nachdem man vorher in beide je eine mit Schrot beschwerte Kapsel als Receptor eingeführt. Dann wirft man in beide Flüssigkeiten einige Stücke Eis. Die Salzlösung kühlt sich weiter ab, das Wasser nicht (oder nur wenig). 2. Man bringt in zwei möglichst enge Bechergläser, oder in die zum Decken der Kapsel *a* dienenden cylindrischen Gläser zwei Schrotkapseln und füllt mit Wasser bezw. halb gesättigter Kochsalzlösung, beide von der Zimmertemperatur, nach. Dann setzt man beide Gefäfse in eine Kältemischung (Schnee und Kochsalz). Die Temperatur sinkt jetzt so lange, bis sich Eis bildet, was aber bei der Kochsalzlösung viel später eintritt. 3. Ähnlich wie in Versuch 40 (diese Zeitschr. *VIII 298*), vielleicht auch im Anschlufs an diesen Versuch bringt man in die eine Kapsel (a. a. O. Fig. 16) gekochtes Wasser, in die andere ebensoviel gesättigte Kochsalzlösung und verfährt im übrigen genau wie dort. Will man noch gröfsere Sicherheit betreffs des gleichmäfsigen Gasdrucks für beide Kapseln haben, so bediene man sich eines T-Rohres. Man arbeitet dann stets unter gleichen Bedingungen. Da aber die Skala für den Versuch mit Kochsalzlösung nicht ausreicht, so setzt man beide Flüssigkeitssäulen erst auf 30. Man erreicht dies leicht, indem man durch den Schlauch vor dem Ansetzen die Indikatorflüssigkeit so weit als möglich in die oberen Erweiterungen treibt, den Schlauch mit dem Finger zudrückt und nun an die Kapsel anschliefst. Durch vorsichtiges langsames Öffnen des Hahnes kann man dann die Flüssigkeitssäule auf einen beliebigen Teilstrich einstellen. Die Eisbildung erfolgt je nach Zimmertemperatur für Wasser bei Teilstrich 15 bis 18, bei der gesättigten Kochsalzlösung noch nicht bei Teilstrich 7 bis 10. Auch wenn man gesättigte Lösung, zur Hälfte mit Wasser verdünnt, verwendet, erfolgt noch keine Eisbildung, wohl aber mit Mischung 1 : 2. Desgleichen weist man auch wie in Versuch 40 bei Wasser Unterkühlung mit langsamer Eisbildung nach.

Man beachte, dafs sich nicht die Gasleitungsröhre in der mit Äther gefüllten Kapsel (Fig. 16) durch gefrierenden Wasserdampf verstopft.

119. Wärme bei Vermehrung der Disgregation. Die Lösungswärme ist um so gröfser, in je mehr Wasser ein Salz gelöst wird, weil die Moleküle des festen Salzes dabei ja auf um so gröfsere Entfernung gebracht werden. Direkt läfst sich dies schwer zeigen, weil ja die Menge des Lösungsmittels in Betracht gezogen werden mufs. Man kann aber die Richtigkeit des Satzes dadurch nachweisen, dafs man eine conzentrierte Lösung von Ammoniumchlorid oder Kalisalpeter in eine zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllte Kapsel (*a*) giefst. Der erneute Wärmeverbrauch bei der Disgregation zeigt sich deutlich an.

120. Absorption von Wärmestrahlen durch Gase. Das aus Nickelblech angefertigte, im Innern stark spiegelnde Rohr *r* (Fig. 8) ist seitlich durch 2 Steinsalzplatten $s\ s_1$, wie sie bereits bei den früher mitgeteilten Versuchen über strahlende Wärme zur Verwendung kamen, abgeschlossen. Dieselben sind durch je zwei Gummischnüre oder federnde Blechstreifen an einen Kreisring aus Gummi angeprefst, welcher auf dem angelöteten Randstücke des Metallrohrs liegt. Dadurch wird ein hinlänglich dichter Verschlufs erzielt. Der Röhre gegenüber steht im Abstande von 1 bis 2 cm die be-

rufste Halbkugel (*b*), am andern Ende im Abstande von 2 bis 3 cm die Wärmequelle (*d*) für dunkle Strahlen. Durch deren Einwirkung steigt (vergl. Vers. 89, d. Zeitschr. *IX 269*) die Flüssigkeitssäule so hoch, dafs man sie wohl in den meisten Fällen auf 15 herabsetzt. Oder besser noch, man wartet bei geöffnetem Hahne, bis beim Schliessen die Flüssigkeit nicht mehr steigt. Leitet man jetzt an der unteren Seite durch den Schlauch *g* Leuchtgas ein, so sinkt nach kurzer Zeit die Flüssigkeitssäule 2 bis 3 cm. Auch Ammoniak giebt eine starke Differenz, Kohlensäure nur geringe. Die Einleitung von Ammoniakgas kann nach der in Versuch 122 auf folg. Seite angedeuteten Methode erfolgen, indem man Luft mittelst eines Blasebalgs durch Ammoniaklösung streichen läfst. Für Kohlensäure kehrt man das Rohr um, sodafs h_1 nach unten kommt. Zu diesem Zwecke ist oben gleichfalls ein Gewinde zum Einschrauben des in den Halter passenden Stiftes. Neben *g* ist noch ein zweites Rohrstück zum Abflufs der Gase. Nach dem Versuche werden die Steinsalzplatten abgenommen und trocken aufbewahrt. Sehr gut bewährt sich, die Platten in eine Pappschachtel zu legen und diese in einer zweiten gröfseren aufzubewahren.

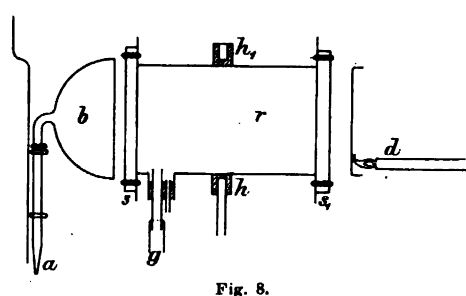


Fig. 8.

Es sei hier gleich bemerkt, dafs seit Erscheinen der oben citierten Versuche über strahlende Wärme die in Figur 1 (d. Zeitschr. *IX 265*) angedeuteten Wärmequellen *d* und *g* für leuchtende und dunkle Strahlen eine Abänderung in der Ausführung erhalten haben. Beide Quellen sind in einem Brenner (Fig. 9), der sehr sauber in vernickeltem Messing ausgeführt ist, combiniert. Ein Dreiwegehahn (die Bohrung ist in der Zeichnung weggelassen) führt das Gas nach Belieben zum Schnittbrenner *g* oder zur dunkeln Quelle *d*. Die berufste Metallplatte ist durch die Schraube *c* gegen die Öffnung der aus *b* austretenden kleinen Bunsenflamme verschiebbar. Da für dunkle Strahlen die Quelle *d* höher gestellt werden mufs, so ist bei c_1 eine Schraube angebracht, die gestattet, das Gasrohr *k* in beliebiger Höhe festzuhalten. Ein im äufseren Rohre angebrachter Schlitz läfst dann zu, dafs gleichzeitig das innere Rohr um einen rechten Winkel gedreht wird. Wenn nämlich der Schnittbrenner gebraucht wird, so steht das Rohr *b* des Bunsenbrenners rechtwinkelig ab, wird beim Gebrauche höher gestellt und gleichzeitig um 90° zurückgedreht (siehe die mit denselben Buchstaben bezeichnete Skizze), beides in einem Handgriffe. Auf dem Griffe des auf beiden Seiten angebrachten Hahnes ist die Bohrung des inneren Teiles durch Einkerbung angegeben[8]).

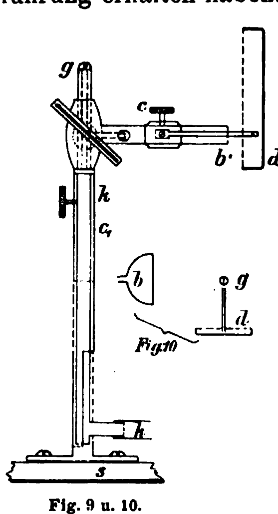


Fig. 9 u. 10.

121. Wie bereits (d. Zeitschr. *X 288*) von Meutzner angegeben wurde, läfst sich vermittelst des Thermoskops auch sehr schön die Ausdehnung des Glases bei Erwärmung von Flüssigkeiten nachweisen. Man hat nur nötig, eine mit Wasser gefüllte Literflasche mit einem Gummistopfen zu verschliefsen, dessen Bohrung eine

[8]) Durch die Ausführung der 2 Doppelbrenner in vernickeltem Metall, sowie durch Hinzufügung des Apparates Fig. 7, Glimmerplatten, Glasplatten, Aluminiumschirm, Kerzenhalter, stellt sich der Preis des durch die Firma Robert Müller, Glasbläserei in Essen zu beziehenden Apparates für strahlende Wärme jetzt auf 240 M.

an den Schlauch des Manometers passende Glasröhre enthält. Statt die Flasche in heifses Wasser zu tauchen, zieht Verf. es vor, dieselbe an einem Halter über dem Abgufs zu befestigen und nun ab und zu einen Strahl heifsen Wassers aus einem Kessel mit Ausgufs darüber zu giefsen.

122. Wärme bei chemischer Verbindung zweier Gase. Die Möglichkeit, Luft beim Durchströmen von Ammoniaklösung hinreichend mit Ammoniakgas zu sättigen, führte dazu, an Stelle des in Versuch 48 (d. Zeitschr. *VIII 300*) beschriebenen Apparates (Fig. 19) einen noch handlicheren zu setzen (Fig. 11). Durch ein weites Rohr *c* geht, an den Enden eingeschmolzen, ein Kugelrohr, während das erstere eine mit dem Schlauche des Thermoskops zu verbindende Spitze (*a*) trägt. Man leitet nun an der einen etwas verjüngten Stelle *r* Kohlensäuregas ein und beobachtet dabei den Flüssigkeitsstand des Thermoskops. Dies geht bei einigermafsen langem (50 cm) Zuleitungsschlauch kaum 2 mm herauf. Schiebt man nun in die andere Seite ein dünnes Glasrohr r_1 *r* ein und bläst dem Kohlensäurestrom Ammoniak entgegen, am besten wie früher gezeigt, durch Einblasen von Luft durch conc. Ammoniaklösung, so verbinden sich die beiden Gase in der letzten Kugel direkt zu kohlensaurem Ammoniak, das sich in schönen

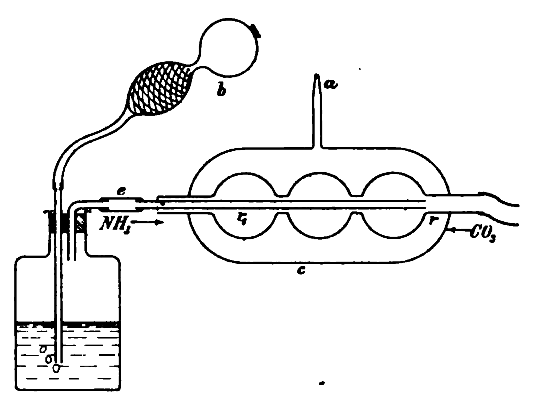


Fig. 11.

Krystallnadeln in dem trockenen Kugelrohre absetzt. Die dabei erzeugte Wärme ist genügend, um in sehr kurzer Zeit die Flüssigkeitssäule um 8 bis 9 cm steigen zu lassen. Die Verbindung geht bei *r* vor sich, die dadurch erwärmten Gase müssen aber sämtliche Kugeln durchstreichen, ehe sie bei *e* entweichen können. Man lasse daher das Ammoniakgas in mäfsigem Strome eintreten. Dafs die Ammoniakflüssigkeit sich im Laufe des Versuches etwas abkühlt (siehe Vers. 102, d. Zeitschr. *IX 273*), erhöht nur die Beweiskraft des Experimentes. Wer andrerseits die Erwärmung der Luft durch die Hand fürchtet, drücke *b* mittelst eines Brettchens auf den Tisch. Da aber der Ausschlag so grofs ist, kommt keiner der beiden (sich zudem ausgleichenden) Einflüsse zu merklicher Wirkung.

Bei Benutzung von Stickstoffoxyd und Luft ist der Ausschlag so stark, dafs man die Flüssigkeitssäule wohl wenigstens einmal herabsetzen mufs. Man läfst in diesem Falle das Gas einfach rechts in die Kugelröhre strömen, so entstehen sofort die bekannten roten Dämpfe. Da das Gas bei der Entbindung aus Kupfer und Salpetersäure warm ist, so läfst man es erst durch ein längeres Glasrohr streichen, in dem es die Zimmertemperatur annimmt. Will man ein Übriges thun, so giebt man dem Rohr an einer Stelle eine U-förmige Einbiegung und stellt diese Stelle in kaltes Wasser. Der starke und sehr rasch erfolgende Ausschlag zeigt übrigens dem Zuhörer zur Genüge, dafs die angezeigte Wärme nicht direkt vom Gase herrühren kann. Wenn man viel Salpetersäure und wenig Kupfer nimmt, ist die direkte Erwärmung nur unbedeutend.

Wer dennoch diesen Umstand vermeiden will, ohne eine besondere Kühlvorrichtung einzuschieben, verfahre folgendermafsen: Man leite so lange *NO* durch, bis die roten Dämpfe verschwunden sind, dann verschliefse man das Kugelrohr und blase erst bei vollständiger Abkühlung (Stillstand der Flüssigkeitssäule) mittelst des Gummiballes und des Rohres *r* r_1 langsam Luft ein.

123. Die unter No. 31 (d. Zeitschr. *VIII 297*) mitgeteilte Erwärmung von Kleiderstoffen durch Absorption von Gasen gestaltet sich noch einfacher mittelst der Ammoniakentwicklung auf kaltem Wege, wie sie auf vor. Seite angedeutet wurde. Man umwickelt ein Glasrohr mit Wollstoff so, dafs es sich eben noch in die Kapsel zwängen läfst. Man treibt nun mittelst eines Blasebalges Luft durch das Rohr, welche vorher durch Ammoniaklösung gegangen ist, so zeigt sich eine sehr deutliche Erwärmung.

Diese Art der Ammoniakentwicklung kann man auch zu Versuch 29 (Absorptionswärme, d. Zeitschr. *VIII 297*) gebrauchen an Orten, wo etwa kein Leuchtgas ist, oder, wie bei öffentlichen Vorträgen, der Gebrauch des Leuchtgases mit Schwierigkeiten verknüpft ist.

Galvanometrische Hilfsapparate.

Von

Prof. Dr. **Friedrich C. G. Müller** in Brandenburg a. H.

I. Apparat zur Bestimmung des spezifischen Leitungswiderstandes der Metalle.

In dem Hartgummideckel E (Fig. 1) sind am Rande durchgehende Klemmen C im Kreise angeordnet. Durch die Mitte geht die 8 mm starke Messingstange A, welche oben als Klemmschraube ausgebildet ist, unten eine Scheibe B aus starkem Kupferblech trägt. In die unteren Enden von C, sowie in die Scheibe B, sind die zu untersuchenden Metalldrähte D gelötet. B hat radiale Ausschnitte, damit beim Einlöten eines Drahtes die vorher gemachten Lötungen nicht wieder aufgehen. Die Drähte sind durch dasselbe Loch gezogen, 0,3 mm dick und 300 mm lang. Für den Unterricht genügen 4 Stück aus Kupfer, Messing, Eisen, Manganin. Wer ein Übriges thun will, kann noch 2 bis 4 Klemmen mehr anbringen lassen, etwa mit Silber, Platin, Nickel, Neusilber. Das ganze System kommt in einen Glascylinder mit destilliertem Wasser.

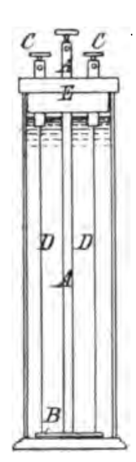


Fig. 1.

Beim Beginn der Widerstandslehre werden die Messungen selbstverständlich nach der Substitutionsmethode ausgeführt, wobei das Wagegalvanometer (diese Zeitschr. *XI*) im Verein mit dem Trommelrheostaten wohl alle anderen Galvanometer an Bequemlichkeit und Schärfe übertreffen dürfte. Wenn man parallel geschaltete Akkumulatoren als Stromquelle benutzt, sind bei 2—3 Ampère die Resultate bis auf Viertelprozente richtig, und zwar nach den Ablesungen, die alle Schüler von ihren Plätzen aus machen können.

Jede Bestimmung dauert nur 2 Minuten.

Vor Beginn der Versuche überreicht man das System den Schülern und läfst mittels des Schraubenmikrometers die Drahtstärken nachmessen.

Bei unserem Apparate werden bei 18° gefunden: Für den Kupferdraht 0,070, für Messing 0,337, für Eisen 0,525, für Manganin 1,53 Ohm. Auch die Schüler erhalten dieselben Zahlen, wenn man sie die Versuche selbständig wiederholen läfst.

Sehr gut läfst sich die Abhängigkeit des Widerstands von der Temperatur mittels des Apparats zeigen und quantitativ bestimmen. Hebt man nach Einstellung des Galvanometers das System aus dem Cylinder, so fällt bei Kupfer, Messing, Eisen

die Stromstärke ganz bedeutend infolge der Erwärmung durch den Strom selbst, nicht aber beim Manganin. Es bedarf noch der Erwägung, ob nicht die Temperatur der Drähte auch innerhalb des Kühlwassers in störender Weise steigen kann. Durch Versuche habe ich festgestellt und zeige das auch vor der Klasse, dafs unterhalb 3 Ampère die Widerstände bei schwachen und stärkeren Strömen gleich gefunden werden. Die nämlichen Werte giebt auch die Brückenmethode mit schwachen Momentanströmen. Bei 3 Amp. wird der Einflufs der Erwärmung soeben merklich, bei 5 Amp. giebt der Eisendraht 0,59 statt 0,525. Die Störung scheint zum Teil von Gasbläschen herzurühren, welche an dem Drahte erscheinen und zweifellos von der im Wasser gelösten Luft stammen.

Im Anschlufs an die letzten Auseinandersetzungen dürfte noch eine Bemerkung theoretischer Natur am Platze sein. Bücher und Lehrer geben an, dafs ein bestimmter Draht bei der nämlichen Temperatur auch einen bestimmten elektrischen Widerstand hat. Beispielsweise hat ein Quecksilberfaden von 1 qmm Querschnitt und 1063 mm Länge bei 0° 1 Ohm Widerstand. Von der Stärke des Stroms wird dabei aber nichts gesagt, als sei es selbstverständlich, dafs der Widerstand von der Stromstärke unabhängig ist. Das ist aber nichts weniger als selbstverständlich und erst recht nicht, wenn man den Widerstand als eine Art Reibung des elektrischen Fluidums an den Molekülen des Leiters erläutert. Sind doch die Schüler bereits mit der Thatsache bekannt, dafs der Widerstand von Wasser und Luft sehr schnell mit der Geschwindigkeit wächst. Deshalb gelingt es auch nicht, durch hydraulische Modelle das ganze Ohmsche Gesetz darzustellen. Eine mit feinem Bleischrot gefüllte, fingerdicke Glasröhre läfst nicht etwa bei doppelter Druckhöhe die doppelte Menge Wasser ausfliefsen, sondern etwa das 1,6fache.

Die Unabhängigkeit des Widerstands von der Stromstärke ist also lediglich eine durch Erfahrung festgestellte Thatsache. Streng genommen kann sie nicht durch eigentliche Widerstandsmessungen erhärtet werden, sondern folgt aus der Proportionalität von Stromstärke und Spannungsdifferenz. Auf theoretische Erörterungen über das Wesen des Stromes näher einzugehen, empfiehlt sich bei dem heutigen Stande unserer Erkenntnis nicht.

II. Apparat zur Bestimmung des spezifischen Widerstands von Elektrolyten.

Der an seinen Enden gerade abgeschliffene, etwa 5 cm weite Glascylinder *A* (Fig. 2), z. B. der Cylinder eines Argand-Gasbrenners, ist unten durch eine Kupferblechplatte *B* lose geschlossen, welche von 4 aufgebogenen federnden Lappen *H* gehalten wird. Durch den aus einer ebenen Holzscheibe und darunter gekittetem Kork gebildeten Deckel *C* geht mit einiger Reibung ein 3 mm starker Messingdraht mit der Anode *D*. Das Ganze kommt in ein passendes Batterieglas nebst der zu untersuchenden Flüssigkeit. Man zieht die Anode zunächst ziemlich hoch, stellt den Rheostaten auf Null und das Wagegalvanometer auf 1—2 Ampère. Dann schiebt man *D* um 2,5 bezw. 5,0 cm hinab und schaltet soviel Rheostatendraht ein, bis das Galvanometer wieder einsteht.

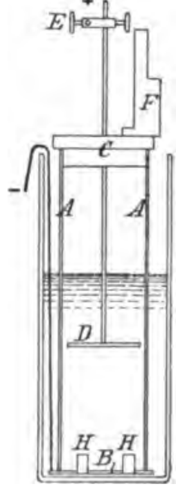


Fig. 2.

Um diese geringe Verkürzung der Flüssigkeitssäule genau zu messen, schneidet man aus Messingblech Endmafsstäbe von 25 und 50 mm Länge, etwa von der in Fig. 4 bei *F* gezeichneten Form.

Man stellt den Mafsstab dicht vor den Anodendraht und bringt die Zuleitungsklemme E zum Aufliegen. Vor Beginn der Versuche wird sowohl der Mafsstab als auch der Cylinder A den Schülern zum Nachmessen überreicht.

Man hat 2 Anoden, die eine aus amalgamiertem Zinkblech, die andere für Kupfervitriol aus Kupferblech.

Man thut zuerst destilliertes Wasser in den sehr gut ausgespülten Apparat und zeigt, dafs es sich wie ein Nichtleiter verhält. Dann fügt man einen Tropfen Schwefelsäure hinzu und constatiert deutlichen Stromdurchgang. Endlich fügt man 20 Prozent Schwefelsäure hinzu und führt die Messung in der angedeuteten Art durch. Bei unserem Apparat mit 46 mm Cylinderdurchmesser bieten 5 cm dieser Säure genau 0,5 Ohm Widerstand. Man mufs wegen der Gasentwicklung den Apparat schräg stellen, damit sich nicht gröfsere Blasen unter der Anode ansammeln.

Die Messungen sind bis auf 1 Prozent genau, dauern je 2 Minuten und gelingen auch den Schülern ohne weiteres aufs beste.

Der Apparat kann natürlich so nicht für Salpetersäure verwendet werden; dazu müfste man Platin- oder Kohle-Elektroden beschaffen. Es dürfte aber wohl die Prüfung von 20prozent. Schwefelsäure und conzentrierter Kupfervitriollösung genügen. Die Hauptsache ist, dafs die Schüler eine Vorstellung von der Gröfsenordnung des Widerstands der in galvanischen Elementen am meisten angewendeten Elektrolyten bekommen. Das gute Leitungsvermögen der Salpetersäure wird später beim Vergleich der Bunsenkette mit der Daniellschen doch offenbar.

III. Über den Gebrauch des Knallgasvoltameters.

Der Hauptzweck der Voltameter beim Unterricht ist die Bestätigung der elektrolytischen Grundgesetze und die Feststellung des elektrolytischen Äquivalents, bezw. die Nachaichung der Ampèremesser. Es handelt sich also um messende Experimente und für diese ist, abgesehen von den allgemeinen Erfordernissen jeden Schulversuchs, eine geradezu wissenschaftliche Genauigkeit anzustreben. Die Fehlergrenze kann und sollte bei galvanometrischen Versuchen unbedingt unter 1 Prozent bleiben. Quantitative Versuche werden nur durch ihre Präcision eindrucksvoll und fesselnd, richten den Blick des reiferen Schülers auf das, was hinter den Erscheinungen liegt, und weihen ihn ein in den Geist der echten Naturforschung. Um nun die Fehlergrenze der Voltameter und die Versuchsdauer thunlichst herabzusetzen, mufs man mit Strömen von 5 und mehr Ampère arbeiten. Die grofse Zahl der in der Litteratur und den Preislisten verzeichneten Mikrovoltameter kann somit für den Unterricht kaum in Betracht kommen, abgesehen davon, dafs sie wegen der sekundären Vorgänge nur als Wasserstoff-, nicht als Knallgasvoltameter genau sind. Das Knallgasvoltameter sollte demnach mit Platinplatten von mindestens 10 qcm Gröfse in einer kleinen Zersetzungszelle ausgerüstet sein. Auf die besondere Construktion der Zelle kommt es wenig an, falls nur die Bleche so steif oder so versteift sind, dals eine Veränderung ihres gegenseitigen Abstandes ausgeschlossen ist. Ich habe die in Fig. 3 sichtbare Anordnung gewählt; der Hahn H dient dazu, die Säure aufzusaugen und nach dem Gebrauch wieder abzulassen. Durch mehrfaches Aufsaugen von Wasser wird die Zelle ausgespült.

Die eigentliche Schwierigkeit bei der Messung des Gasvolums liegt nun in der Temperaturcorrektion. Wir experimentieren ja in einem mit vielen Personen gefüllten Lehrzimmer, bei erheblichen und schnellen Temperaturänderungen. Ich habe nun seit Jahren alles mögliche versucht, um den gasometrischen Methoden für den Unterricht

diejenige Einfachheit, Schnelligkeit und Schärfe zu geben, die meinen Ansprüchen an das messende Schulexperiment genügt. Wenn es sich, wie in unserem Falle, um gröfsere Mengen im Wasser schwerlöslicher Gase handelt, leitet man das Gas am besten in eine Mariottesche Flasche und mifst das verdrängte Wasser. Die Flasche aber wird in Wasser von Zimmertemperatur gestellt. Die in Fig. 3 wiedergegebene, denkbar einfachste und von jedem Lehrer leicht zusammenstellbare Anordnung hat sich bestens bewährt.

Eine gewöhnliche Arzneiflasche *A* von $^3/_4$—1 L. Inhalt steht, mit passenden Gewichten beschwert, in einem Hafenglase *B*, ganz in Wasser eingetaucht. Zu ihr gehört ein gut schliefsender, doppelt durchbohrter Kautschukstopfen mit Röhren *CD* und *EF*. Die Enden *D* und *F* liegen in gleicher Höhe, so dafs das Gas in der Flasche immer unter demselben Druck steht, wie die äufsere Luft.

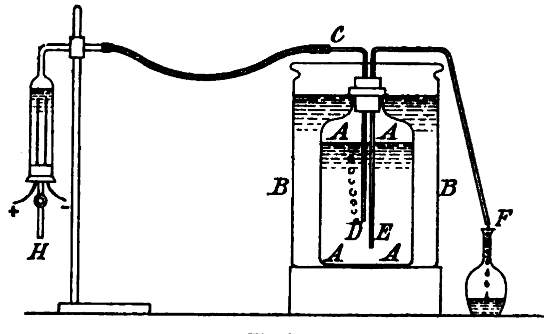


Fig. 3.

Vor dem Versuch ist *B* fast bis an den Rand mit Wasser von ungefährer Zimmertemperatur gefüllt; die Flasche steht leer daneben.

Mittels des Luftthermometers bestimmen wir die Temperatur des Wassers bis auf $^1/_{10}$ Grad, allen Schülern sichtbar. Hierauf giefst man aus dem Hafen die Flasche voll, stellt sie, mit dem Stopfen versehen, in den Hafen, verbindet *C* mittels Schlauch mit der Voltameterzelle und läfst den Strom auf einige Zeit hindurchgehen. Nun schliefst man die Öffnungen *C* und *F* und schüttelt die Flasche tüchtig. Nach dem Öffnen von *C* werden einige Blasen Luft eingezogen. Man schüttelt nochmals und sieht, dafs das Wasser mit Knallgas gesättigt ist. Nach dieser, nur ein paar Minuten beanspruchenden, nebenbei lehrreichen Vorbereitung beginnt die eigentliche Messung.

Zum Messen des verdrängten Wassers dienen 100 ccm-Flaschen mit engem Halse, die aufser der Hauptmarke noch solche für 99 und 101 cm haben. Die Kolben müssen bei 17° bis zur Marke genau 100 g Wasser fassen. Man macht die Schüler beim Auswägen darauf aufmerksam, dafs bei 16—17° die beiden Correktionen wegen des Auftriebs der Luft und wegen der Volumvergröfserung des Wassers sich aufheben. Die Zeit wird durch Zählen der Schläge einer Pendeluhr bestimmt. Mit Rücksicht auf die unten mitgeteilten Zahlen sei bemerkt, dafs das Pendel unserer Uhr 90 Schläge in der Minute giebt.

Wir verfahren nun wie folgt. Der Strom von 3 Akkumulatoren (3 : 2) geht durch das Voltameter, das Wagegalvanometer und den Rheostaten. Der Reiter wird z. B. auf 5 Ampère gehängt, die Wage zum Einspielen gebracht und durch kleine Verschiebungen des Rheostatenschlittens genau in der Nulllage gehalten. Auf einen bestimmten Pendelschlag rückt man das Fläschchen unter die Ausflufsrohröffnung, zählt und zieht es, sobald die 99 ccm-Marke erreicht ist, auf einen vollen Pendelschlag wieder fort. Was an 100 fehlt oder darüber hinausgeht, wird mittels der Nebenmarken bis auf 0,1 ccm genau geschätzt. Durch diesen einfachen Kunstgriff finden wir die in einer Minute verdrängte Menge des Sperrwassers bis auf $^1/_4$ Prozent genau.

Man beginnt mit der Bestätigung des ersten Gesetzes ohne Rücksicht auf die Correktionen: Wenn der Reiter bei 2,50 hängt, läuft der Kolben genau in der doppelten Zeit voll, wie bei 5,00.

Die Galvanometeraichung und die Bestätigung des zweiten Gesetzes geschieht unter Zuschaltung des Kupfervoltameters. Man läfst einen Strom von 5 Ampère 10 Minuten lang nach der Uhr laufen und mifst während dieser Zeit in der soeben geschilderten Weise zweimal die Knallgasmenge.

Es möge nunmehr das Protokoll über unsere letzten Versuche folgen, woraus sich jeder experimentierende Fachmann selber ein Urteil über die Brauchbarkeit des ganzen Verfahrens bilden kann.

1. Klassenversuch am 8. I. 98.

$b = 764 \quad t = 16{,}4 \quad J = 5{,}00$

$n = 159 \quad v = 100{,}2$ ccm.

Hieraus berechnet sich das corrigierte Knallgasvolum für die Minute: $v_1 = 52{,}9$. Gesamtdauer 6 Minuten.

2. Klassenversuch am 12. I. 98.

$b = 773 \quad t = 17{,}6 \quad J = 5{,}00$

$n = 159 \quad v = 100{,}0 \quad v_1 = 53{,}0.$

Dauer 6 Minuten.

3. Versuch des Lehrers allein am 13. I. 98.

$b = 777 \quad t = 15{,}7 \quad J = 5{,}00$

$$n = \begin{cases} 162 \\ 163 \end{cases} \quad v = \begin{cases} 100{,}1 \\ 100{,}4 \end{cases} \quad v_1 = \begin{cases} 52{,}8 \\ 52{,}7. \end{cases}$$

4. Klassenversuch am 12. I. 98. Knallgasvoltameter und Kupfervoltameter zugleich.

$b = 773 \quad t = 16{,}3 \quad J = 5{,}00$

$$n = \begin{cases} 160 \\ 161 \end{cases} \quad v = \begin{cases} 99{,}2 \\ 99{,}7 \end{cases} \quad v_1 = \begin{cases} 52{,}6 \\ 52{,}5 \end{cases}$$

Kupfer vorher 21,546
" nachher 22,540
0,994

Gesamtdauer 20 Minuten.

Mittel für v_1 aus allen Versuchen

$$\left.\begin{matrix} 52{,}9 \\ 53{,}0 \\ \begin{cases} 52{,}8 \\ 52{,}7 \end{cases} \\ 52{,}6 \\ 52{,}5 \end{matrix}\right\} 52{,}75$$

316,5.

Die 52,75 ccm Knallgas enthalten 35,17 ccm H_2. Diese wiegen $35{,}17 \times 0{,}0896 = 3{,}15$ mg. Es waren 99,4 mg Cu in der Minute ausgeschieden. Der Quotient $99{,}4/3{,}15 = 31{,}55$ ist, wie es das zweite Gesetz verlangt, gleich dem halben Atomgewicht des Kupfers.

Da nun nach den genauesten Untersuchungen das Knallgasäquivalent des Ampère gleich 10,44 ccm p. Min. ist, würden unsere 52,75 ccm 5,05 Ampère entsprechen. Das Galvanometer zeigt also um 1 Prozent zu niedrig.

Das Kupferäquivalent ist nach den Lehrbüchern 19,7 mg p. Min. Darnach wäre unser Strom gleich .994/197, also ebenfalls gleich 5,05 Ampère.

Die Reiter des Wagegalvanometers sind dementsprechend um 1 Prozent leichter gemacht worden.

IV. Ueber eine zweckmässige Form des Kupfervoltameters.

Das Kupfervoltameter hat, wie alle Gewichtsvoltameter, den grofsen Vorzug, von Druck- und Temperaturcorrektionen unabhängig zu sein. Aber das Kupfer-

äquivalent einer Ampère-Minute beträgt nur 0,0197 g, weshalb man mit Strömen von mindestens 5 Ampère arbeiten mufs, damit man schon nach 10 Minuten soviel Kupferniederschlag erzielt, um sein Gewicht mit einer besseren Tarierwage bis auf $^1/_2$ Prozent genau bestimmen zu können. Die Kathode mufs also mehrere qdm grofs, trotzdem aber möglichst leicht sein.

Die folgende, vom Lehrer leicht zusammenstellbare Anordnung habe ich bestens bewährt gefunden. In Fig. 4 ist *A* ein cylindrisches Batterieglas von etwa 10 cm Weite und 15 cm Höhe. Man läfst darin auf dem Wasserbade eine wenige Millimeter hohe Schicht einer Wachs-Colophoniummischung schmelzen und stellt mitten eine Medicinflasche zu 500 g, *B*, hinein. So entsteht nach dem Erkalten des Kitts eine Zelle mit ringförmigem Querschnitt. Die Anode, ein cylindrisch zusammengebogenes Kupferblech, pafst gelinde federnd über *B*. Die Kathode von etwa 13,5 cm Höhe und 28 cm Breite wird aus dünnstem Schablonenblech geschnitten. Sie legt sich vermöge ihrer Elasticität im gebogenen Zustande fest genug an die Innenwand von *A*. Ein daran gelassener fingerbreiter Lappen wird über den Rand des Glases gebogen und mit einer Klemme verbunden. Eine solche Kathode ist trotz ihrer 3,5 qdm nur 20 g schwer, was die genaue Wägung sehr erleichtert.

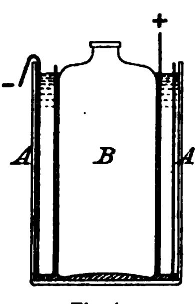


Fig. 4.

Man füllt die Zelle mit $^3/_4$ gesättigter Lösung von reinem Kupfervitriol, der man noch 1 ccm reine Schwefelsäure hinzuzufügen hat. Der Widerstand der Zelle ist so gering, dafs man mit parallel geschalteten Akkumulatoren auskommt. Wir experimentieren in der Regel unter Vorschaltung von 0,18 Ohm mit Strömen von 5 Ampère, da unser Trommelrheostat stärkere Ströme nicht gut verträgt. Die Stromschwankungen sind nur sehr gering, so dafs man sich zur Regelung auch eines einfachen Drahts mit federnder Klemme bedienen kann. Durch einen Vorversuch weifs man die Rheostatenstellung, bei der das Wagegalvanometer einstehen wird, sodafs man beim Beginn des Versuchs nur ganz kleine Abweichungen zu corrigieren hat, was in wenigen Sekunden geschehen ist. Ein Schüler hält die Stromstärke darauf bis zu der nach genau 10 Minuten erfolgenden Unterbrechung auf gleicher Stärke, sodafs der Unterricht inzwischen weiter gehen kann.

Nach der Unterbrechung bringt man das Blech, es mit beiden Händen flach ausspannend, unter den Wasserhahn, prefst es zwischen einigen Bogen Fliefspapier, führt es in einigem Abstande über einer Flamme hin und her und wägt eine Minute später. Kaum 5 Minuten nach der Stromunterbrechung ist das Resultat da. Ein günstiger Umstand ist der, dafs die Gewichtszunahme nahezu ein Gramm beträgt, nämlich 0,985. Man hat also nur ein Grammstück zuzulegen und den 0,1 g-Reiter um 1—2 Striche rückwärts zu schieben.

Die Resultate sind sehr genau und unbedingt zuverlässig. Beide Seiten der Kathode werden zuvor in der Zelle gleichmäfsig verkupfert. Der Niederschlag mufs hellrot erscheinen. Zeigte er sich dunkelrot angelaufen oder mit einem gelbgrünen Anfluge, so fehlte es an freier Säure. Bemerkenswert ist, dafs die hellrote Kathode beim Aufbewahren, selbst nach Jahren, keine Oxydation und keine Gewichtszunahme erfährt.

Die Herstellung der beschriebenen Apparate hat Herr Max Kohl in Chemnitz übernommen.

———— ————

Über Aufstellung und Betrieb von Akkumulatoren für den Schulgebrauch.

Von

Prof. Dr. **Fr. C. G. Müller** in Brandenburg a. H.

Richtig ausgewählte und aufgestellte Bleiakkumulatoren bieten dem Lehrer und dem Forscher so aufserordentliche Vorzüge vor allen anderen Stromerzeugern, dafs jede höhere Schule von amtswegen damit ausgerüstet sein sollte. Mit ihrer Hilfe können wir elektrische Ströme nicht nur ebenso bequem benutzen, wie Leuchtgas, sondern auch die grundlegenden quantitativen Gesetze des Galvanismus und die wichtigsten galvanometrischen Messungen in überraschender Einfachheit, Schärfe und Schnelligkeit unsern Schülern vor Augen führen. Für diese messenden Versuche ist die bei mäfsiger Stromentnahme so gut wie vollkommene Unveränderlichkeit der Akkumulatoren von ganz besonderem Wert.

Für den Schulunterricht genügt eine Batterie von 6 Zellen. Man wähle nur bewährte Systeme oder verlange weitgehende Garantie. Schulakkumulatoren müssen im Gegensatz zum Grofsbetrieb es monatelang vertragen können, ohne von neuem aufgeladen zu werden, fast unthätig dazustehen.

Die Grenze der Entladungsstromstärke betrage mindestens 6 Ampère, die Ladefähigkeit etwa 20 Ampère-Stunden für die Zelle.

Meine Batterie nebst Zubehör wurde von Herrn Max Kohl geliefert und ist in dessen Nachtragskatalog 10 unter No. 3040, IV beschrieben und abgebildet. Sie wiegt gefüllt 65 kg, ist also nicht transportabel. Ich habe den Kasten aber auf Rollfüfse gesetzt, sodafs er leicht vorgezogen werden kann. Er ist 60 cm lang und nur 21 cm breit und kommt der Länge nach an die eine Seite des offenen Raumes unterhalb der Wanne des Experimentiertisches zu stehen. Alle Fugen müssen zuvor sorgfältig mit Watte verstopft sein, da das Eindringen von Staub sehr nachteilig wäre. Eine Revision und ein Nachfüllen des verdunsteten Wassers braucht nur alle halbe Jahre vorgenommen zu werden.

Zur Batterie gehört ein oben auf dem Kasten angeordneter Walzenpachytrop. Die Unentbehrlichkeit dieses Nebenapparates, der zugleich auch als Stromschlüssel dienen kann, liegt wohl auf der Hand. Die meisten galvanischen Schulapparate bieten nur geringen Leitungswiderstand oder sollten doch, wo es nur angeht, dafür construiert sein. Zu ihrem Betrieb verwendet man der Stromökonomie wegen selbstverständlich die Parallelschaltungen. Beispielsweise beträgt der Widerstand des Ampèreschen Gestells nur wenige Hundertel Ohm. Daher giebt dieser Apparat mit 6 parallel geschalteten Akkumulatoren ganz ungewöhnlich kräftige Wirkungen; denn es läuft, wie das schnelle Heifswerden der Leiter verrät, ein Strom von etwa 50 Amp. hindurch. Reihenschaltung würde in diesem und in ähnlichen Fällen das Ergebnis des Versuchs nicht verbessern, wohl aber eine schnelle Zerstörung der Batterie zur Folge haben.

Es sei noch besonders hervorgehoben, dafs gerade der Walzenpachytrop neben leicht verständlicher Construktion die denkbar bequemste Handhabung bietet. Mit einem Griff erhält man blindlings und augenblicklich jede der vier möglichen Schaltungen mit 2, 4, 6, 12 Volt. Andere Schaltvorrichtungen, im besonderen die Stöpselapparate, stehen in jeder Hinsicht weit zurück.

Damit auch die Schüler die jedesmalige Schaltung sehen, habe ich in den Zapfen der Pachytropenwalze einen Schnitt gefeilt, in den das abgeplattete Ende eines dicken

Messingsdrahtes mit einiger Reibung pafst. Das andere Ende geht durch die Vorderwand des Experimentiertisches und ist durch Umbiegen zu einem Zeiger ausgebildet.

Was die Art der Stromabnahme betrifft, so dürfte es wohl kaum etwas Zweckmäfsigeres geben, als vorn und hinten in die Tischplatte eingelassene Sammelschienen mit zahlreichen Löchern zum Einsetzen von Stöpselklemmen, wie es die Abbildungen in Weinholds Demonstrationen oder in Kohls Katalog im einzelnen zeigen. Die 4 mm starken, mitten unter die Schienen gelöteten, zuleitenden Kupferdrähte gehen durch die Tischplatte nach unten und sind so gebogen und befestigt, dafs sie leicht in die Polklemmen des Pachytropen gesteckt werden können.

Die beschriebene Einrichtung ist bei uns seit 4 Jahren in Gebrauch. Es zeigte sich niemals ein Anstand und die Batterie sieht heute noch aus wie neu. Das Ganze ist so überaus bequem, dafs man sich kaum vorstellen kann, wie ohne dergleichen auszukommen ist. Ich kann den Fachgenossen nur dringend raten, alle anderen Anschaffungen einzustellen, bevor sie nicht eine solche Akkumulatorenbatterie nebst Zubehör im Betriebe haben. Der Unterricht in der Elektrizitätslehre wird dadurch ungemein befruchtet werden. Auch finden sich bald auf anderen Gebieten des Experimentalunterrichts mancherlei nützliche Verwendungen: Der Faden einer Glühlampe dient bei optischen Versuchen; die elektromotorische Maschine zum Treiben von mechanischen und akustischen Apparaten; in der Chemie bewirkt man Zündungen in geschlossenen Gefäfsen durch die Stromwärme und findet oft Gelegenheit, chemische Reaktionen durch Elektrolyse hervorzurufen.

„Das ist bis dahin alles recht schön; wie aber steht es mit dem Laden der Akkumulatoren? Anschlufs an ein Elektrizitätswerk haben wir nicht und eine Dynamomaschine nebst Gasmotor eigens zu dem Zweck anzuschaffen, ist zu kostspielig und lohnt sich auch nicht.“ Auf diesen Einwand manchen Lesers sei erwidert, dafs jede Schule doch über einige Bunsenelemente verfügt, die, ein wenig umgeändert, ohne erhebliche Mühe und Kosten die Ladung bewirken können. Man hat deren nur zwei nötig. Die Kohlenplatten, Thonzellen und Zinkcylinder brauchen von dem üblichen mittleren Format nicht abzuweichen, z. B. haben meine Kohlenplatten die Abmessungen 0,9 : 4,5 : 15 cm. Die eng anschliefsenden cylindrischen Thonzellen sind 12 cm hoch und fassen neben der Kohle 190 ccm Salpetersäure. Worauf es aber ankommt, das ist ein genügender Raum für die verdünnte Schwefelsäure. Jedes Element mufs mindestens 1300 ccm 20prozentige Schwefelsäure fassen. Aufserdem mufs die Säure gut cirkulieren können, weil sich sonst nach einiger Zeit Vitriolkrystalle unten an den Zinkcylindern bilden. Demnach sind die Batteriegläser nicht blofs erheblich breiter zu nehmen, sondern auch etwa 5 cm höher als die Thonzellen und der Zinkcylinder, damit unter den letzteren ein freier Raum geschaffen werden kann. Ich habe aus Gründen der Raumersparnis rektanguläre Gläser gewählt mit den inneren Abmessungen 18 : 13 : 8 cm. In das Glas wird ein 3 cm breiter Streifen Fensterglas nach der Diagonale gestellt und auf denselben das Zink und die Thonzelle. Sobald nun die Kette in Thätigkeit tritt, sinkt das schwere Sulfat auf den Boden, während durch den Schlitz des Zinkcylinders frische Säure eintritt.

Es ist notwendig, die Thonzellen mit einem Deckel zu versehen, weil sonst durch emporspritzende Salpetersäure die Klemmen stark beschädigt werden und die Contakte leiden. Ich nehme dazu in Paraffin gekochte Scheiben Cartonpapier, die ausser der mittleren, genau an die Kohle schliefsenden Öffnung noch ein Abzugsloch am Rande erhalten. Ihr Durchmesser entspricht dem innern der Zinkcylinder, sodafs sie nebenbei auch noch eine Centrierung der Thonzelle bewirken.

Die beiden mit den flachen Seiten an einander gestellten Elemente kommen unter einem Kasten über den Gasabzug des Experimentiertisches. Sie befördern bis zur Erschöpfung etwas über 100 Ampèrestunden in die parallel geschalteten Akkumulatoren. Dabei vergehen etwa 16 Stunden, wenn man den Strom direkt mit kurzen dicken Drähten in die Schienen leitet. Schaltet man das Wagegalvanometer mit ein, so beginnt der Strom bei 3,6 Volt Spannung mit 6,5 Amp., steigt nach 1 Stunde auf 6,8 und bleibt dann etwa 10 Stunden ziemlich constant. Nachher nimmt er langsam ab. Nach 24 Stunden hat er nur noch 0,8 Amp. bei 3,0 Volt.

Das Zusammensetzen der beiden Elemente geschieht in einer halben Stunde. Die übrige Mühwaltung ist nicht der Rede wert. Ich lade in der Regel an jedem ersten Tage nach den Ferien; falls aber die Elektrizitätslehre nicht auf dem Lehrplan steht, nur alle halbe Jahre.

Der praktische Materialverbrauch bei jeder Ladung beträgt für beide Elemente 460 g Schwefelsäure (arsenfrei), 500 g rohe Salpetersäure, 340 g Zink. Theoretisch müfsten für 100 Ampèrestunden verbraucht werden: 366 g SO_4H_2, 156 g NO_3H, 244 g Zn. Der bedeutende Mehrverbrauch an Zink rührt hauptsächlich von Lokalströmen her, welche die dem Zink beigemengten und als schwarzer Schlamm blofsgelegten fremden Metalle veranlassen. Die 650 g schweren Zinkcylinder müssen so stark amalgamiert werden, dafs das Quecksilber abtropft. Wegen des ungleichmäfsigen Angriffs können sie nur dreimal gebraucht werden. Nach alledem berechnen sich die Unkosten einer einmaligen Aufladung zu 1,50 M.

Eine neue Thermosäule.

Von

Prof. Dr. **Heinrich Rubens** in Berlin.

Seit dem Erscheinen der Langleyschen Arbeiten über Wärmestrahlen sind fast alle auf diesem Gebiete liegenden Experimentaluntersuchungen mit Hilfe des Langleyschen Bolometers, des Boysschen Mikroradiometers oder des Crookesschen Radiometers ausgeführt worden. Der Grund dafür, dafs die Mellonische Thermosäule als Mefsinstrument von den genannten verdrängt wurde, liegt keineswegs in der geringeren Strahlungsempfindlichkeit dieses Apparates, sondern ist vielmehr in dem Umstand zu suchen, dafs die Thermosäulen älterer Construktion zu grofse Masse und infolge dessen zu hohe Wärmekapazität besitzen. Sie zeigen dementsprechend bei der Bestrahlung einen sehr langsamen, kriechenden Gang, wodurch die Beobachtungen gleichzeitig äufserst zeitraubend und unsicher werden. Es kommt noch hinzu, dafs bei der Anordnung der Thermoelemente nicht, wie dies z. B. bei dem Langleyschen Bolometer der Fall ist, darauf Rücksicht genommen wurde, dafs die sämtlichen temperaturempfindlichen Teile möglichst dicht in einem Raum von constanter Temperatur vereinigt sind. Das Instrument besitzt infolge dessen keine sichere Ruhelage und gestattet daher nicht die Anwendung eines sehr empfindlichenGalvanometers.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, diese Mängel der alten Thermosäule durch eine Neuconstruktion zu beseitigen, und bin auf folgendem Wege in befriedigender Weise zum Ziele gelangt.

Will man die Masse und damit die Wärmekapazität der Thermosäule wesentlich verringern, so ist man genötigt, auf die Verwendung von Antimon-Wismuth-Elementen zu verzichten, da die betr. Materialien sich schlecht bearbeiten und insbesondere

nicht zu sehr dünnen Drähten ausziehen lassen. Dagegen bilden Constantan und Eisen ein Thermopaar, welches von dem letztgenannten Mangel völlig frei ist und dabei eine relativ hohe elektromotorische Kraft (53 Mikrovolt pro Celsiusgrad) besitzt. Wenngleich dieselbe wesentlich hinter derjenigen von Wismuth gegen Antimon (100 Mikrovolt pro Celsiusgrad) zurücksteht, so sind doch die Vorzüge, welche sich bei der Verwendung von Eisen und Constantan ergeben, so erheblich, dafs die geringere Temperaturempfindlichkeit der einzelnen Elemente hierdurch reichlich compensiert wird[1]).

Ich lasse nunmehr eine Beschreibung derjenigen Construktion folgen, welche sich nach mannigfachen Versuchen in Bezug auf die Herstellung und Benutzung als die günstigste erwiesen hat. Fig. 1 giebt ein Bild derselben in $^2/_3$ der natürlichen Gröfse, sodafs alle Mafse mit genügender Genauigkeit darauf zu ersehen sind. Auf einem in der Höhe verstellbaren Messingfufs *A* ist ein dickwandiger Hohlcylinder *B* aus Messing befestigt, welcher an zwei diametralen Stellen schlitzartige Öffnungen *c* und *c'* enthält. Oben wird der Messingcylinder durch einen Metalldeckel *D* verschlossen, welcher durch 2 Kordenschrauben *e*, *e'* befestigt wird. An der unteren Seite des Deckels, also im Innern des Messingcylinders, ist ein rechteckiger Elfenbeinrahmen *F* angebracht, welcher als Träger für die Thermoelemente dient. Von diesen letzteren

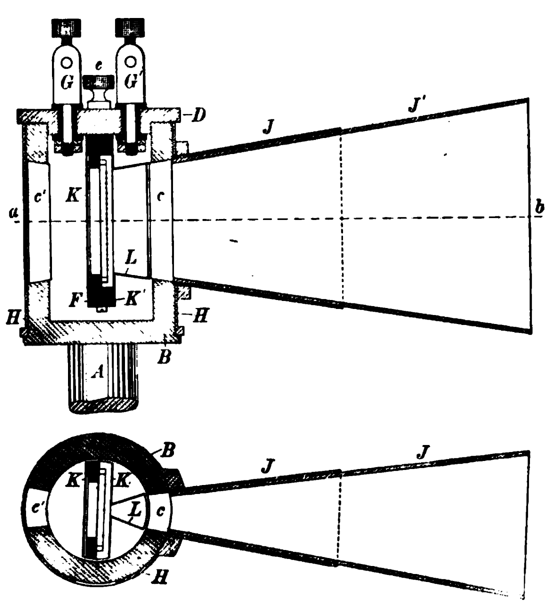


Fig. 1 (Aufrifs und Grundrifs).

sind zwei Kupferdrähte durch den Deckel des Cylinders isoliert hindurchgeführt und endigen in den kupfernen Klemmschrauben *G*, *G'*. Der Messingcylinder *B* ist von einem polierten und vernickelten Metallrohr *H* umgeben, welches mit geringer Reibung um den Cylinder als Achse gedreht werden kann. Auch das Rohr besitzt zwei rechteckige Diaphragmen, welche ihrer Gröfse nach denjenigen des Cylinders entsprechen, jedoch sind dieselben nicht diametral angeordnet, sondern ihrer Lage nach 90° gegen einander verschoben. Das Mantelrohr bedeckt daher stets mindestens eine der beiden Öffnungen des Cylinders. Das eine der beiden Diaphragmen des Mantels ist mit einem innen und aufsen spiegelnden Conus *J* versehen, wie er bereits in ähnlicher Form bei Thermosäulen älterer Construktion zur Verstärkung der Strahlung in Anwendung gebracht worden ist. In den Conus *J* läfst sich nach Bedarf noch ein weiterer Conus *J'* einsetzen. Derselbe bewirkt eine Steigerung der Empfindlichkeit und eine Verbesserung der Ruhelage.

Die Art, wie die Thermoelemente auf dem Elfenbeinrahmen *F* angeordnet sind, ist aus Fig. 2 ersichtlich. Auf jedem der beiden vertikalen Längsseiten des Rahmens sind in je 2 mm Abstand 10 Messingstiftchen angebracht. Auf diesen Messingstift-

[1]) Eine aus Eisen-Constantan-Elementen bestehende Thermosäule ist, freilich zu anderen Zwecken, kürzlich auch von Hrn. A. Crooa angewandt worden. Vergl. *C. R. 125, 804, 1897.* Schon früher hat Hr. P. Czermak aus feinen Eisen- und Constantan-Drähten bestehende Thermoelemente zur Messung der Sonnenstrahlen benutzt (*Wied. Ann. 56, p. 353, 1895*).

chen sind die Drähte der einzelnen Thermoelemente durch Auflöten befestigt, sodafs dieselben eine ununterbrochene zickzackförmige Stromleitung bilden. In Fig. 2 sind die Eisendrähte durch dünne, die Constantandrähte durch dicke Striche kenntlich gemacht und es ist ohne weiteres aus derselben zu ersehen, dafs sämtliche geradzahligen Lötstellen auf der vertikalen Mittellinie des Rähmchens liegen, während die ungeradzahligen in 5 mm Entfernung davon teils auf der rechten, teils auf der linken Seite angeordnet sind. Ferner erkennt man, dafs sich an den Messingstiften selbst keine temperaturempfindlichen Lötstellen befinden. Es ist dies notwendig, weil die gute Nulllage einer Thermosäule u. A. wesentlich von der Gleichheit der Bedingungen abhängt, unter welchen sich die geradzahligen und ungeradzahligen Lötstellen befinden. Es mufs insbesondere vermieden werden, der einen Art eine gröfsere Wärmekapazität zu geben als der anderen, weil infolge dieses Umstandes bei einer Temperaturveränderung des Raumes, in welchem sich die Thermosäule befindet, stets die Lötstellen mit geringerer Wärmekapazität der Veränderung schneller folgen werden als diejenigen mit höherer, was naturgemäfs das Auftreten eines Stromes in der Thermosäule zur Folge hat.

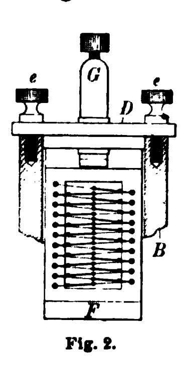


Fig. 2.

Die Weite der Diaphragmen im Cylinder und Mantelrohr ist so gewählt, dafs nur die mittleren, geradzahligen Lötstellen von den zu untersuchenden Wärmestrahlen getroffen werden. Damit auch bei schieferem Einfall die ungeradzahligen Lötstellen von den zu beobachtenden Wärmestrahlen nicht erreicht werden können, sind noch unmittelbar vor dem Rahmen 2 schlitzförmige Diaphragmen aus Schablonenblech angebracht, deren eines mit einem kleinen Conus L versehen ist. Ferner ist das Innere des Messingcylinders durch Rufs geschwärzt. Die Dicke der benutzten Eisen- und Constantandrähte betrug 0,1 bis 0,15 mm [2]). Sämtliche Verbindungsstellen der Thermoelemente sind mit Silber gelötet. Die Lötstellen werden nach dem Erkalten zu äufserst dünnen, kreisförmigen Scheibchen von 0,5 bis 0,8 mm Durchmesser ausgehämmert. Bei der Befestigung der Thermoelemente wird darauf geachtet, dafs die Ebene der kleinen Scheibchen senkrecht zur Richtung der auffallenden Strahlen steht. Die Schwärzung der Lötstellen geschah bisher stets mit Rufs.

Nach der in dem Vorstehenden beschriebenen Weise gelingt es leicht, eine lineare Thermosäule herzustellen, welche auf einer Länge von 20 mm 20 Lötstellen der Metalle Eisen und Constantan enthält. Dieselbe liefert bei einer Temperaturerhöhung der geradzahligen Lötstellen um 1° Celsius eine elektromotorische Kraft von $20 \times 53 \times 10^{-6} = 0{,}00106$ Volt. Ihr innerer Widerstand beträgt ca 3,5 Ohm. Combiniert man die Thermosäule mit einem Galvanometer, welches bei w Ohm inneren Widerstand für 1 Mikroampère n mm liefert, so entspricht ein Ausschlag von 1 mm einer Temperaturerhöhung der bestrahlten Lötstellen um δ Celsiusgrade, worin

$$\delta = \frac{(3{,}5 + w)}{20 \times 53 \times n} \quad \text{ist.}$$

Das von mir benutzte Galvanometer war ein ziemlich empfindliches Instrument, welches durch Eisenpanzer gegen magnetische Störungen geschützt war, und das bei einem inneren Widerstand (w) von 5 Ohm für ein Mikroampère einen Ausschlag (n) von 3600 mm ergab. Hieraus berechnet sich die theoretische Temperaturempfindlich-

[2]) Soll die Thermosäule hauptsächlich zu Demonstrationszwecken benutzt werden, so empfiehlt es sich, zur Verminderung des inneren Widerstandes noch etwas dickere Drähte von ca. 0,2 mm Durchmesser in Anwendung zu bringen.

keit dieses Thermomultiplikators zu $\delta = 2{,}2 \,.\, 10^{-6}$ Celsiusgrad. Unter diesen Bedingungen war die Lage des Nullpunkts noch eine so gute, dafs Ausschläge von einigen Zehntel Millimetern, d. h. Temperaturerhöhungen von weniger als ein Milliontel Grad mit Sicherheit beobachtet werden konnten.

Es ist mir niemals gelungen, eine ähnlich hohe Empfindlichkeit mit Hilfe eines Bolometers von gleicher Fläche zu erreichen, und es ist dies auch nur bei Benutzung eines viel empfindlicheren Galvanometers und auf Kosten der erreichten Genauigkeit möglich. Ein grofser Vorzug, welchen die Thermosäule vor dem Bolometer besitzt, besteht nämlich darin, dafs dieselbe während des Gebrauches fast stromlos ist, während der temperaturempfindliche Widerstand des Bolometers von einem Strom durchflossen wird, der oft mehr als $^1/_{100}$ Amp. beträgt und eine beträchtliche Erwärmung des Widerstands sowie der denselben umgebenden Luft zur Folge hat. Ein Bolometer wird daher von Luftströmungen aufserordentlich viel stärker beeinflufst als eine Thermosäule von gleicher Empfindlichkeit und besitzt daher eine erheblich schlechtere Ruhelage.

Das Crookessche Radiometer hat zwar in der von Herrn E. F. Nichols beschriebenen und angewandten Form eine sehr hohe, der hier angegebenen vergleichbare Empfindlichkeit, ist jedoch für manche Untersuchungen weniger geeignet, weil die zu dem Radiometerflügel gelangenden Strahlen die Verschlufsplatte des Fensters durchdringen müssen, was insbesondere die Verwendung des Instruments zur Beobachtung sehr langer Wärmewellen erschwert. — Das Boyssche Mikroradiometer endlich liefert in den Händen eines sehr geschickten Experimentators, wie seines Erfinders, zweifellos sehr gute Resultate, ist aber ungemein schwierig herzustellen.

Um auch eine praktische Definition der erzielten Empfindlichkeit zu geben, führe ich die Thatsache an, dafs die Strahlung einer Kerze in 10 m Entfernung ohne Benutzung der äufseren Conus J und J' 22, mit Benutzung von J 54 mm Ausschlag ergab. Der Ausschlag vollzieht sich infolge der geringen Wärmekapazität der Thermosäule genau wie bei einem Bolometer. Der stationäre Zustand wird in einer Zeit erreicht, welche kleiner ist als die Schwingungsdauer der Galvanometernadel.

Ein Vergleich der Ausschläge, welche unter dem Einflufs der gleichen Strahlung von der neuen Thermosäule und der älteren Form erhalten werden, ist aus den oben genannten Gründen nur mit Hilfe eines Galvanometers möglich, welches etwa 100mal unempfindlicher ist als das von mir benutzte. Bei gleicher Zahl der Elemente ergab sich angenähert die gleiche Empfindlichkeit. Diese Thatsache steht mit der höheren elektromotorischen Kraft des Thermoelements Wismuth-Antimon scheinbar im Widerspruch. Indessen lehrt eine eingehendere Betrachtung, dafs in der hier beschriebenen Thermosäule die belichteten Lötstellen unter dem Einflufs der gleichen Strahlung eine höhere Temperatur annehmen, als dies bei den älteren Instrumenten der Fall ist, da die Wärmeverluste durch Leitung in den Drähten infolge ihres ca. 100mal geringeren Querschnitts bedeutend kleiner sind.

Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, dafs die im Vorstehenden beschriebene Thermosäule, bzw. deren temperaturempfindlicher Teil leicht an Stelle eines Fadenkreuzes im Innern eines Spektrometerokulars angebracht werden kann. In diesem Falle wählt man die Diaphragmen c und c' am besten kreisförmig. Bei c befindet sich dann die Mündung des Beobachtungsfernrohres, während der optische Teil des Okulars in c' eingesetzt wird. Ferner wird der innere Conus L durch eine Reihe von schlitzförmigen Diaphragmen ersetzt, deren engstes sich unmittelbar vor den mittleren Lötstellen befindet und ca. 0,7 mm breit ist.

Es wird jedoch in vielen Fällen ausreichen, mitunter sogar vorteilhafter sein, mit Okularspalt und feststehendem Beobachtungsfernrohr, etwa unter Benutzung der von Herrn Wadsworth[3]) angegebenen Spektraleinrichtung zu arbeiten und die aus dem Okularspalt austretenden Strahlen mit Hilfe eines Hohlspiegels auf der Thermosäule zu einem Bilde zu vereinigen. Diese Versuchsanordnung gestattet, die Thermosäule auch in der zuerst beschriebenen Form zu genauen spektrometrischen Messungen zu benutzen und hat den Vorteil, dafs die Breite des gleichzeitig auf die Thermosäule gelangenden Spektralgebiets leicht nach Wunsch reguliert werden kann. Auch läfst sich die Thermosäule bei fester Aufstellung gegen äufsere Wärmeeinflüsse wirksamer schützen.

Auch als Vorlesungsinstrument ist die neue Eisen-Constantan-Thermosäule der älteren vorzuziehen, da auch hier die gute Ruhelage und schnelle Erreichung des stationären Zustandes wesentlich sind. Auch ist die Anordnung der empfindlichen Lötstellen in einer vertikalen Linie insbesondere zur Demonstration des Wärmespektrums sehr geeignet. Allerdings ist die Empfindlichkeit der Thermosäule durch den Umstand begrenzt, dafs sich die Zahl der bestrahlten Lötstellen nicht leicht über 20 steigern läfst, ohne die lineare Anordnung zu ändern; während die Mellonischen Instrumente bisweilen mehr als 50 Thermoelemente besitzen.

Die Firma Keiser und Schmidt, Berlin NW Johannisstrafse, hat die Anfertigung des hier beschriebenen Apparates übernommen und die ersten Exemplare zu meiner vollen Zufriedenheit ausgeführt[4]).

Über eine besondere Übertragung der Luftschwingungen auf einen festen Körper.

Von

Dr. **W. C. L. van Schaïk** in Rotterdam.

Bekanntlich wird durch den Trommelhöhlenapparat eine Bewegung von geringer Kraft, welche das Trommelfell trifft, in eine von geringerer Amplitude und gröfserer Kraft verwandelt[1]). Die mechanische Bedeutung dieser Verwandlung besteht hierin, dafs die Luftteile wegen ihrer relativ geringen Masse nur einen geringen Druck auf das Trommelfell, ausüben, während beim Labyrinthwasser wegen der gröfseren Dichtigkeit viel erheblichere Druckkräfte nötig sind, um es in schnelle Schwingungen zu versetzen.

Nach von Helmholtz wird die Vergröfserung der Kraft mit Verringerung der Amplitude vor allem durch die Trichterform des Trommelfells erzielt, dessen Meridianlinien eine schwache Krümmung zeigen. Ein kleiner, senkrecht gegen das Trommelfell gerichteter Druck mufs also eine relativ grofse Kraft am Befestigungsende d. h. am Stiel des Hammers zur Folge haben, ebenso wie eine kleine Kraft, senkrecht auf einen gespannten Faden wirkend, eine sehr grofse Spannung im Faden jedoch bei kleinerer Bewegung des Befestigungspunktes hervorruft, in Übereinstimmung mit dem Prinzip der virtuellen Arbeit. Die Kraft wird übrigens in erhöhtem Mafse vergröfsert werden, wenn die schallempfangende Fläche gröfser ist.

[3]) Wadsworth, Phil. Mag. 49. p. 337; 1890.

[4]) Der Preis beträgt ca. 50 M.

[1]) von Helmholtz, Lehre v. d. Tonempf. Erste Abt., 6. Abschn.

In den folgenden Versuchen wird die Übertragung der Schwingungsenergie auf ähnliche Weise vermittelt, sei es dafs die Luftschwingungen durch eine gespannte Membran oder Platte einen andern festen Körper in Schwingung versetzen, oder dafs die Schwingungen eines festen Körpers auf die Luft übertragen werden, wobei alsdann eine Vergröfserung der Amplitude stattfindet.

1. Verstärkung des Tones einer Stimmgabel. Wenn man einer rechteckigen Platte $A\,B$ eine schwache Krümmung giebt, wie es die Fig. 1 zeigt, und dann die geraden Seiten A und B nur wenig zu einander bewegt, so entsteht eine verhältnismäfsig grofse Hebung der mittleren Plattenteile, d. h. eine Bewegung senkrecht auf die Richtung $A\,B$, jedoch mit verminderter Kraft.

Man nimmt nun einen Bogen dicken Zeichenpapiers von einigen (etwa 8 bis 16) Quadratdecimetern Oberfläche, oder eine dünne Hartgummiplatte, und hält den Stiel einer angeschlagenen Stimmgabel in der Richtung AB bei A gegen den Rand, indem man den gegenüberliegenden Rand bei B festhält, sodafs der Bogen oder die Platte sich ein wenig ab- oder aufwärts krümmt (Fig. 1). Der Ton der Gabel wird sofort bedeutend verstärkt.



Fig. 1.

Auch kann man das Ende des Gabelstieles an die Platte befestigen und den Stiel mittels eines Gummistückes mit einem Brett verbinden, woran man zugleich den Punkt B befestigt. Wird die Gabel nun angestrichen, so giebt die Platte einen starken Ton, der bei gehöriger Krümmung stärker ist als der einer Holztafel, worauf die Gabel gedrückt wird, und wobei die Richtung der erzwungenen Schwingung, im Gegensatz zur Schwingung der Platte, dieselbe ist wie die des Gabelstieles.

Diese Schwingungserregung der Platte zeigt eine grofse Übereinstimmuug mit der Erregung der Fadenschwingung bei einem der Meldeschen Versuche[2]). Es müssen sich im allgemeinen auch Knotenlinien auf der Platte bilden, welche je nach einer andern Krümmung oder Spannung der Platte verschieden sein werden. Bei einer bestimmten Krümmung erklingt der Gabelton am stärksten, bei einer gewissen andern vernimmt man im Klang deutlich die Oktave.

Ebenso wie die Druckspannung wirkt auch der Zug in einem dünnen, schlaffen, nach unten convexen Papierbogen, jedoch schwächer. Beim Gebrauch eines steifen Bogens Papier oder dünnen Stahlblechs kann die Tonstärke der einer mit Resonanzkasten versehenen Stimmgabel gleichkommen, zumal wenn man den Bogen, wie in der Fig. 2, auf einem Brett zwischen einem festen Punkt B und einem Holzstäbchen A einspannt, welches senkrecht zum Brette steht, und wogegen man den Stiel der angeschlagenen Gabel drückt.

2. Schwingungserregung der Stimmgabel. Die auf die beschriebene Weise aufgestellte Gabel kann auch durch eine entfernte Schallquelle von genau gleicher Tonhöhe in Mitschwingung versetzt werden, wobei nun die von der gekrümmten Fläche aufgenommenen Luftschwingungen mit verkleinerter Amplitude und ver-

[2]) Nämlich bei der Parallelstellung (Melde, Akustik, Kap. 5). Jedoch wird die Grundschwingung der gebogenen Platte dem Grundton der Gabel entsprechen, weil bei der Schwingung das Zeichen der Krümmung der gebogenen Platte sich nicht ändert. Interessant ist der folgende Versuch: Man klemmt mit der einen Hand den Gabelstiel und den Rand A eines Kartonbogens zusammen, indem man mit der andern Hand den Rand B festhält. Die Gabel wird jetzt angeschlagen und man biegt nun den Bogen derartig, dafs die gehörige Krümmung sich abwechselnd bei A oder bei B befindet; die Schallquelle läuft alsdann gleichsam über den Bogen hin und her.

gröfserter Kraft auf den Gabelstiel übertragen werden. Dieser Versuch erhellt zugleich einen Teil der Wirkung des bekannten Audiphons.

3. Anwendung auf das Mikrophon. Hierzu setzt man den Rand *A* der gebogenen Platte mit den Kohlencontakten derartig in Verbindung, dafs der auf die Kohle ausgeübte Druck sich in der Richtung *A B* der Kraftvergröfserung entwickelt, sodafs derselbe nahezu senkrecht steht zu den von der Platte aufgenommenen Schallschwingungen. Es können nun bei *A* und *B* oder in mehreren Punkten beider Ränder Kohlencontakte angebracht werden. Auch kann man die Ränder durch leichte Stifte mit den Platten einiger Kohlenschrot-Mikrophone in Verbindung setzen, oder es wird der untere Rand in einigen Punkten unterstützt, indem der obere Rand bei *A* auf ein Holzstäbchen wirkt, das den Druck durch einen Stift auf die Mikrophonplatte überträgt (Fig. 2). Die Übertragung der Sprache mittels eines indirekt eingeschalteten Mikrophons wurde auf diese Weise sehr deutlich wahrgenommen.



Fig. 2.

Zu diesen Versuchen eignet sich auch jede biegsame und leichte Membran von geringer Ausdehnbarkeit, welche am wirksamen oberen Rande *A* aufgehängt wird, und worin man z. B. durch ein Gewicht eine Zugspannung unterhält. Die Klangfarbe kann hierbei nahezu unverändert bleiben. Der von einer solchen flachen Membran übertragene Ton ist nicht, wie es scheinen könnte, um eine Oktave höher als der der erregenden Tonquelle, sondern von gleicher Höhe, wohl wegen der einseitigen Wirkung der von der Membran aufgenommenen Schallschwingungen. Bei diesen verschiedenen Anordnungen liegt dasselbe rationelle Prinzip zu Grunde, welches man im Apparat der Trommelhöhle verwirklicht findet.

Eine kleine Vorrichtung derselben Art erwies sich in einigen Fällen als geeignet, die Richtung der Schallschwingungen zu ermitteln, indem dieselben, falls sie mit der schallempfangenden Platte parallel sind, keine oder minimale Stromschwankungen im Mikrophon hervorrufen.

Kleine Mitteilungen.

Apparat für die Mischung von Farben.

Von **H. J. Oosting** in den Helder.

Bekanntlich giebt es verschiedene gute Methoden, um das von einem Prisma in die Spektralfarben zerlegte Licht wieder zu Weifs zu vereinigen, z. B. mittelst einer Linse, von welcher Methode die richtige Deutung sehr schön von Lummer dargelegt worden ist[1]). Im Unterricht ist aber auch ein mehr direktes Übereinanderlegen der Farben des Spektrums, und auch von zwei Farben, wünschenswert. Statt des bekannten Apparates mit sieben runden Spiegeln (man sehe z. B. Erneckes Preisliste 11 No. 1275 und Max Kohls Preisliste 10 No. 1194) gebrauche ich dazu einen rationeller construierten Apparat (Fig. 1), bestehend aus einer gröfseren Zahl (z. B. 15) von rechteckigen Spiegeln welche nebeneinander mit dem kleinst möglichen Zwischenraum drehbar in einem Rahmen von Holz aufgestellt sind. Die Streifen aus Spiegelglas von 1 cm Breite (Fig. 2) sind an einer Stricknadel befestigt, welche in der Grundplatte *A* und in der oberen Holzleiste *B* drehbar ist. Ein Holzstäbchen *C* dient dazu, den Spiegel leicht mit der Hand drehen zu können und ein Korkcylinder *D*, um auf der Grundplatte einige Reibung zu geben, wodurch der Spiegel besser in der gewünschten Stellung stehen bleibt.

Zur Ausführung des Versuches stellt man gerade vor dem Spiegelapparat einen weifsen Schirm auf und erzeugt darauf ein reines Spektrum in der Weise, dafs der Apparat

[1]) Müller-Pouillets Lehrbuch von Pfaundler. 9. Aufl., Bd. 2, S. 191.

ein wenig schief gegen das Strahlenbündel steht. Nimmt man dann den Schirm weg, so kann man das reflektierte Licht auf einem in einiger Entfernung vor dem Apparat aufgestellten Schirm vereinigen, entweder alles Licht zusammen oder nur einzelne Farben. Mit Sonnenlicht erreicht man den Zweck sehr gut.

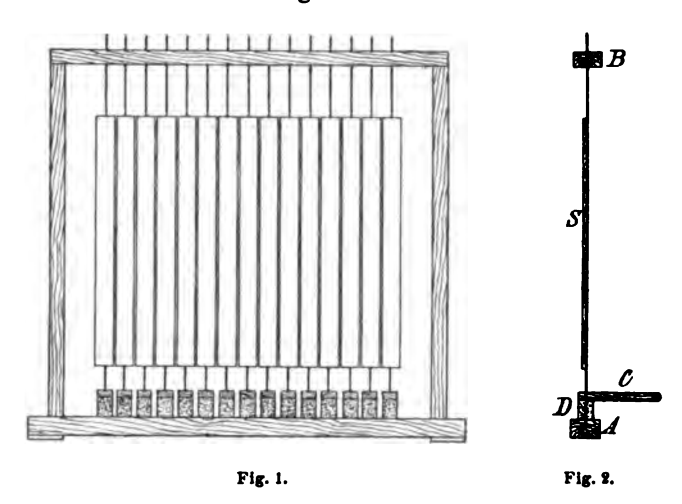


Fig. 1. Fig. 2.

Ich glaube davor warnen zu müssen, daſs man, falls man die Spiegel in einer Metallfassung befestigt, diese nicht seitlich um die Spiegel umlegt, da dadurch Licht weggenommen wird, was speziell in dem schmalen Teil des gelben Lichtes schädlich ist.

Über die Cagniard de la Tourschen Röhren.

Von **Victor Biernacki** in Warschau.

Um die Erscheinungen nahe der kritischen Temperatur zu demonstrieren, bedient man sich gewöhnlich zugeschmolzener Glasröhren, die mit der tropfbaren Substanz und ihrem gesättigten Dampfe gefüllt sind. Bildet das Volumen der Röhre das kritische Volumen der angewandten Menge der Substanz, so bleibt der Meniscus während der Erwärmung im Innern der Röhre sichtbar, und man kann alle Veränderungen desselben bei steigender Temperatur gut wahrnehmen; ist aber die Menge der Flüssigkeit gegen die Menge des Dampfes zu groſs, so wird schon bei einer niedrigeren Temperatur als die kritische die ganze Substanz tropfbar flüssig und der Meniscus bewegt sich bei der Erwärmung nach oben, um endlich zu verschwinden. Bei der kritischen Temperatur tritt eine Nebelbildung ein bei einem Drucke, der gröſser als der kritische Druck ist, was nicht zu empfehlen ist. Ist die Menge der flüssigen Substanz gegen die Menge des Dampfes zu klein, so bewegt sich der Meniscus bei der Erwärmung nach unten, die ganze Substanz wird bei einer niedrigeren als der kritischen Temperatur gasförmig, der Druck bei der kritischen Temperatur ist kleiner als der kritische Druck, es giebt aber kein Merkmal, um den Eintritt der kritischen Temperatur festzustellen. Alles dies ist aus dem Andrewsschen Diagramme leicht zu sehen.

Obgleich man die richtige Menge der Flüssigkeit in der Röhre im Verhältnis zu der Menge ihres Dampfes, bei welcher der Meniscus bis zu der kritischen Temperatur im Innern der Röhre sichtbar ist, wegen der groſsen Zusammendrückbarkeit der Substanz in der Nähe des kritischen Punktes in ziemlich weiten Grenzen ändern kann, so genügen doch die diesbezüglichen Angaben, die man in den praktischen Lehrbüchern findet, nicht. Ja auch die käuflichen Röhren enthalten meistens zu viel Flüssigkeit, infolge wovon 1. die Veränderungen des Meniscus nicht demonstriert werden können, und 2. sind solche Röhren gefährlicher als die mit passender Menge der Flüssigkeit und des Dampfes gefüllten. Gewöhnlich entfernt man die Luft aus der Röhre nicht vollständig; dann geht die Sache so, als ob das Volumen der Röhre sich bei steigender Temperatur und steigendem Drucke vergröſsere, und es bleibt der Meniscus im Innern der Röhre bis zu dem kritischen Punkte sichtbar (wenn die Menge

der Flüssigkeit nicht zu klein ist). Der Druck nimmt aber um den Druck der noch vorhandenen Luft zu.

Folgende einfache Überlegung ermöglicht es, in manchen Fällen das richtige Verhältnis des Volumens der tropfbaren Substanz und ihres Dampfes leicht zu berechnen. Da ich die weiter zu beschreibenden Auseinandersetzungen nirgends finden konnte, so will ich hier darauf aufmerksam machen.

Es sei bei gegebener Temperatur (t) v_1 das Volumen des gesättigten Dampfes, v_2 das Volumen der tropfbaren Substanz in einer zugeschmolzenen Röhre; ϱ_1 und ϱ_2 die Dichten des Dampfes und der Flüssigkeit. Dann ist die Menge der ganzen Substanz in der Röhre:

$$v_1 \varrho_1 + v_2 \varrho_2.$$

Wenn die Temperatur um Δt steigt, so seien die Veränderungen der betreffenden Gröfsen Δv_1, Δv_2, $\Delta \varrho_1$ und $\Delta \varrho_2$, wobei $\Delta \varrho_1$ mit $+$, $\Delta \varrho_2$ mit $-$ zu schreiben ist. Die Menge der ganzen Substanz ist jetzt:

$$(v_1 + \Delta v_1)(\varrho_1 + \Delta \varrho_1) + (v_2 + \Delta v_2)(\varrho_2 - \Delta \varrho_2).$$

Da die Menge der Substanz unverändert bleibt, so haben wir:

$$v_1 \varrho_1 + v_2 \varrho_2 = (v_1 + \Delta v_1)(\varrho_1 + \Delta \varrho_1) + (v_2 + \Delta v_2)(\varrho_2 - \Delta \varrho_2),$$

woraus, indem wir die sehr kleinen Gröfsen zweiter Ordnung $\Delta v_1 \, \Delta \varrho_1$ und $\Delta v_2 \, \Delta \varrho_2$ vernachlässigen, folgt:

$$v_1 \Delta \varrho_1 + \varrho_1 \Delta v_1 + \varrho_2 \Delta v_2 - v_2 \Delta \varrho_2 = 0.$$

Da aber selbstverständlich $\Delta v_1 = - \Delta v_2$, so erhalten wir:

$$\Delta v_2 (\varrho_2 - \varrho_1) + v_1 \Delta \varrho_1 - v_2 \Delta \varrho_2 = 0.$$

Soll der Meniscus bei der Erwärmung seinen Platz nicht ändern, weder hinauf noch herunter in der vertikalen Röhre sich bewegen, so wird:

$$\Delta v_2 = 0,$$

und wir bekommen das richtige Verhältnis der Volumina der Flüssigkeit und ihres Dampfes, wie folgt:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\Delta \varrho_1}{\Delta \varrho_2}, \quad \text{oder} \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{\Delta \varrho_1}{\Delta t} \Big/ \frac{\Delta \varrho_2}{\Delta t},$$

wo $\frac{\Delta \varrho_1}{\Delta t}$ und $\frac{\Delta \varrho_2}{\Delta t}$ die Veränderungen der betreffenden Dichten bei der Steigerung der Temperatur um 1^0 sind.

Als Beispiel nehmen wir die Kohlensäure. Aus den Arbeiten von Amagat (*C. R. t. CXIV, 1892, S. 1093*) entnehmen wir:

$$\text{Bei } t = 20^0, \; \varrho_2 = 0{,}766; \; \varrho_1 = 0{,}190$$
$$t = 21^0, \; \varrho_2 = 0{,}755; \; \varrho_1 = 0{,}199$$
$$\text{Daher } \frac{\Delta \varrho_2}{\Delta t} = 0{,}011; \; \frac{\Delta \varrho_1}{\Delta t} = 0{,}009.$$

Das richtige Verhältnis der Volumina der Flüssigkeit und des Dampfes beträgt bei 20⁰ also:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{9}{11}.$$

Die Flüssigkeit mufs den $\frac{v_2}{v_1 + v_2}$ Teil der ganzen Röhre füllen; in unserem Falle:

$$\frac{v_2}{v_1 + v_2} = \frac{9}{20} = 0{,}45,$$

also etwas weniger als die Hälfte der Röhre.

Der Meniscus behält seinen Platz unverändert nur in der ersten Annäherung, weil das Verhältnis $\frac{\Delta \varrho_1}{\Delta t} \Big/ \frac{\Delta \varrho_2}{\Delta t}$ von der Temperatur abhängt. Aus denselben Tabellen von Amagat finden wir z. B.

$$\text{bei } t = 30^0; \; \varrho_2 = 0{,}598; \; \varrho_1 = 0{,}334$$
$$t = 31^0; \; \varrho_2 = 0{,}536; \; \varrho_1 = 0{,}392$$
$$\frac{\Delta \varrho_1}{\Delta t} = 0{,}058; \; \frac{\Delta \varrho_2}{\Delta t} = 0{,}062$$
$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{58}{62}; \; \frac{v_2}{v_1 + v_2} = \frac{58}{120}, \text{ also ungefähr } 0{,}5.$$

Dafs das Volumen der Röhre bei diesen Verhältnissen sehr nahe dem kritischen Volumen der Substanz entspricht, davon kann man sich auch leicht durch die Rechnung überzeugen.

Es sei das Volumen der Röhre gleich v. Bei 20° haben wir:

$$v_2\,\varrho_2 + v_1\,\varrho_1 = 0{,}45\,v \cdot 0{,}766 + 0{,}55\,v \cdot 0{,}190 = 0{,}449\,v,$$

während bei der kritischen Temperatur

$$\varrho_1 = \varrho_2 = 0{,}464,$$

also die Masse der im Volumen v enthaltenen Substanz gleich 0,464 v ist. Ebenso bei 30° finden wir:

$$0{,}5\,v \cdot 0{,}598 + 0{,}5\,v \cdot 0{,}334 = 0{,}466\,v.$$

Einfache Versuche zur Wärmewirkung der Elektrizität.

Von **O. Ohmann** in Berlin.

Um die Wärme des elektrischen Funkens zu zeigen, ist neben dem Versuch mit der elektrischen Pistole gewöhnlich die Entzündung von Äther üblich. Um die Wirkung auch an einem festen Körper zu demonstrieren, kann man sich des Eisenpulvers bedienen. Man versehe den einen Pol eines in ein Stativ S gespannten Hufeisenmagneten (Fig. 1) mit Eisenpulver und bringe den Knopf einer Leydener Flasche und den des Ausladers so in die Nähe des Eisenpulvers, dafs der überspringende Funke dasselbe trifft. Das Eisenpulver entzündet sich und brennt langsam ab. Sollte die Entzündung nicht sogleich gelingen, so wird dies zumeist daran liegen, dafs man die Leydener Flasche nicht kräftig genug geladen, vielleicht den einen Pol der Influenzmaschine nicht zur Erde (Gasleitung) abgeleitet hatte. — Lebhafter ist die Wirkung, wenn man ein Gemisch von Eisenpulver mit Kaliumchlorat (18 g Fe, 3 g $KClO_3$) anwendet, das ebenso stark angezogen wird, wie Eisenpulver allein. Sobald der überspringende Funke zündet, brennt das Ganze in wenigen Augenblicken mit hellem Glanze ab. Um den Magneten zu schützen, kann man ihn vor dem Eintauchen in das Gemisch mit Asbestpapier umhüllen, das man mit Asbestfaden oder Draht befestigt.

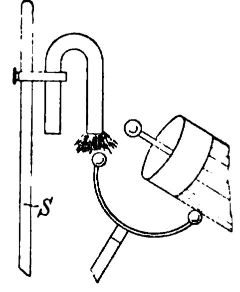


Fig. 1.

Für die Entzündung von Äther pflegt man einen besonderen Apparat mit Trichter und Kette zu verwenden. Einfacher läfst sich die Wirkung zeigen, wenn man an einen in ein Stativ horizontal eingespannten Draht einen Bausch Asbestwatte steckt, diesen in Äther taucht, den man in einem Schälchen nähert, und die Entzündung wie oben vornimmt. Oder: man lege in ein halb mit Äther gefülltes Porzellanschälchen einen etwa 1 cm breiten Streifen Asbestpappe (lockere, ausgeglühte), so dafs derselbe noch 1 bis 2 cm über den Rand ragt. Der Äther zieht sich capillar in die Höhe — es empfiehlt sich jedoch, ihn vorerst seiner ganzen Länge nach in die Flüssigkeit zu tauchen — und kann an dem überragenden Ende in obiger Weise entzündet werden. Will man die Verbrennung wieder sistieren, so genügt das Auflegen bezw. Andrücken einer lockeren Asbestpappe. — Dieselben Versuche können auch mit Schwefelkohlenstoff vorgenommen werden.

Beiläufig sei erwähnt, dafs diese Anordnung auch geeignet ist, die Verdunstungskälte des Äthers zu demonstrieren. Durch Condensation des Wasserdampfes der Luft bilden sich in kurzer Zeit am oberen Rande des Streifens immer dicker werdende Massen von ziemlich (über $^1/_2$ cm) langen Eiskrystallen, deren Wachsen man mit blofsem Auge verfolgen kann.

Der Versuch mit der elektrischen Pistole zeigt zwar die Entzündbarkeit eines gasförmigen Körpers, doch dürfte es sich empfehlen, noch den aus der Spitze einer Glasröhre ausströmenden Wasserstoff sowie das aus dem Bunsenbrenner ausströmende Leuchtgas elektrisch zu entflammen. In dieser Weise läfst sich die Wärmewirkung des elektrischen Funkens an Körpern in allen drei Aggregatzuständen zeigen.

Als weiterer Entzündungsversuch sei noch der folgende mitgeteilt. Man mache eine Feile (die schlechteste, sonst unbrauchbare genügt) magnetisch — durch ein paar Striche gegen das Feilenende mit einem Pol eines stärkeren Hufeisenmagneten —, fasse dieselbe zu-

sammen mit dem einen Leitungsdraht P (s. Fig. 2), tauche sie in das oben erwähnte Gemisch und reibe mit dem anderen Leitungsdraht P' gegen das Ende der Feile. Es tritt schnell und sicher die Entzündung ein (als Stromquelle für P und P' diente eine Tauchbatterie von 6 Elementen). Die Magnetisierung und die dadurch ermöglichte lockere Verteilung des Gemisches erscheint erforderlich, denn eine auf die unmagnetische Feile einfach aufgeschüttete Masse liefs sich nicht zur Entzündung bringen. Dagegen erscheint es zweifelhaft, ob der Öffnungsfunke oder die blofse Stromwärme das Wirksame bei der Entzündung ist.

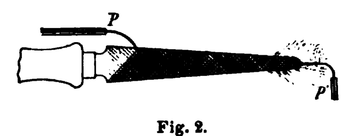
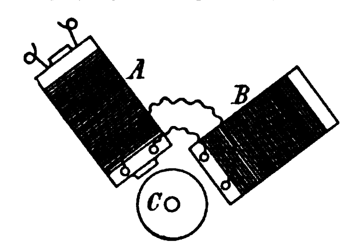


Fig. 2.

Für die Praxis.

Drehfeld mit Induktionsrollen. Von **W. Weiler** in Efslingen. Wenn durch die dickdrahtige Spule einer Induktionsrolle A ein Wechselstrom geschickt und der in der dünndrahtigen Rolle induzierte Strom in den dünnen Draht einer zweiten Rolle B gesendet wird, so erleidet der Strom in der Rolle B infolge der Selbstinduktion eine Phasenverschiebung, die bei geeigneten Abmessungen 90° betragen kann und ein Drehfeld erzeugt. Stellt man vor die beiden rechtwinklig zu einander gestellten Spulen einen leichten Eisencylinder C, so rotiert er, auch ein Kupfercylinder dreht sich, nur langsamer; verstärkt wird die Wirkung, wenn man den Cylinder oder eine Scheibe mit 3 bis 6 Spulen symmetrisch bewickelt und jede Spule in sich kurz schliefst. Den Wechselstrom kann man mit Tauchelementen und einem Vielfachstromwender erzeugen. Die Induktionsspulen des Verfassers haben 8,5 cm Länge, die Primärspule 2 Lagen mit Draht von 1 mm Dicke, die Sekundärspulen 14 Lagen mit Draht von 0,3 und 0,2 mm Dicke. Man kann somit ein Drehfeld mit 2 Induktorien und einem Vielfachstromwender oder einer kleinen Magnetinduktionsmaschine erzeugen. Die Phasenverschiebung tritt durch die Stellung der Induktionsspulen recht klar hervor.



Zum Einleiten chemischer Prozesse mittels glühenden Metalls (vgl. ds. Ztschr. *VIII 366*). Von **O. Ohmann** in Berlin. 1. Von *festen Körpern*, die sich mit der glühenden Stricknadel entzünden lassen, sei noch Magnesiumpulver angeführt, das sich besonders in der feinsten Form des Magnesiumstaubes — die am besten und preiswertesten von den „Elektrochemischen Werken“ in Bitterfeld, einer Zweiganstalt der Berliner Elektrizitätswerke, hergestellt wird — gut eignet. — 2. Die *Entzündung von Chlorknallgas* geht von statten, wenn man zwei gleiche Cylinder anwendet — wie es in Hofmanns „Einleit. in d. mod. Ch.“ 1871 S. 28 näher beschrieben ist —, nach der Mischung der Gase aber beide aneinanderliegende Cylinder aufrecht stellt und den oberen in dem Augenblick ein wenig abhebt, indem man die glühende Stricknadel nähert. — 3. *Entzündung eines Gemenges von Wasserstoff und Luft.* Ist man bei der Untersuchung des Wassers im Lehrgange bei der Frage angelangt, ob durch Vereinigung von H und O Wasser entstehe, so empfiehlt sich der nachfolgende Versuch als Vorversuch: Man fülle einen gut getrockneten Fufscylinder mit Wasserstoffgas, indem man ihn mit der Öffnung nach unten hält und einen mit dem Kippschen Apparat verbundenen Kautschukschlauch einführt. Man schliefst mit einer Deckplatte, stellt den gefüllten Cylinder aufrecht und setzt einen ebenso grofsen, gut getrockneten leeren, d. h. mit Luft gefüllten Cylinder darauf. Entfernt man die Deckplatte, so vollzieht sich die Mischung, die man noch durch Schwenken unterstützen kann. Verfährt man nun wie beim vorigen Versuch, so werden nach der Explosion beide Cylinder durch niedergeschlagenen Wasserdampf stark trübe.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein akustisches Thermometer. Von G. Quincke (*Wied. Ann. 63, 66; 1897*). Die Temperatur einer Luftmasse wird mit der Schallgeschwindigkeit in dieser Luft oder der Wellenlänge eines Tones von constanter Tonhöhe bestimmt. Hierzu benutzt Quincke einen Interferenzapparat, der aus einer an einem Ende geschlossenen Interferenzröhre und einem engeren, beiderseits offenen Hörrohr besteht, das in die erste hineingeschoben werden kann; das herausragende Ende des Hörrohrs ist durch einen langen Gummischlauch mit dem Ohr des Beobachters verbunden. Zur Messung hoher Temperaturen wird der Interferenzapparat aus feuerfestem Material hergestellt. Stellt man vor der Mündung der Interferenzröhre eine tönende Stimmgabel auf, so ist die Tonstärke ein Maximum, Minimum, Maximum etc., wenn die Länge der Luftsäule zwischen dem Boden der Interferenzröhre und dem Ende des Hörrohrs 0, 1, 2, 3 etc. Viertelwellenlängen des betreffenden Tones beträgt. Diese Längen lassen sich mit Hülfe eines Millimeterstabes bis auf 0,1 mm genau bestimmen. Ist a_0 diese Länge für eine Temperatur von 0°, a die entsprechende für τ°, so zeigt eine Rechnung, dafs für einen Ton von 300 Schwingungen in 1 Sekunde der in Millimetern gemessene Unterschied $a - a_0$ direkt den Temperaturunterschied $\tau - \tau_0$ in Centesimalgraden angiebt. Diese Temperaturmessung setzt nur voraus, dafs die Luft innerhalb der gemessenen Strecke constante Temperatur hat. Quincke fand das akustische Thermometer bei Temperaturen von 100° bis 750° brauchbar und ist der Meinung, dafs es auch für die höchsten Ofentemperaturen der Technik wird benutzt werden können. *Schk.*

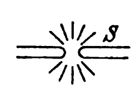
Natriumbrenner. Prof. Reed stellte einen solchen her, indem er einen genügend breiten und einige Millimeter dicken Streifen von Asbestpappe mit einem Loch von etwa 1 cm Durchmesser versah und so über dem Bunsenbrenner befestigte, dafs der Flammenkegel gerade in das Loch hineinpafste. Um das Loch herum wurden reichliche Mengen von Natriumnitrat, das leicht, ohne zu zerknistern, schmilzt, oder Bromnatrium, das eine besonders hohe Lichtstärke liefert (*Wied. Ann. XXXVIII 675; 1889*), angehäuft. Diese Anordnung ist bequem zu handhaben, die Leuchtkraft der Flamme hält sehr lange an, das Salz wird ringsum von allen Seiten in die Flamme eingeführt, und man kann durch Abänderung der Form der Öffnung in der Asbestscheibe der Flamme die für manche Zwecke sehr erwünschte Breite geben. Diesem Brenner hat C. Pulfrich (*Zeitschr. f. Instr. XVIII 52; 1898*) die in nebenstehender Figur abgebildete Form gegeben. An dem seitlichen Träger des Brenners ist eine von drei Armen getragene ringförmige Asbestscheibe mit drei runden und elliptischen Öffnungen angebracht. Sie läfst sich um den lotrechten Teil des Stabes drehen und an ihm festklemmen. Man kann bequem Träger und Scheibe von dem Brenner entfernen und die Natriumsalze in der gewöhnlichen Weise mittels der Platindrähte in die Flamme einführen. Dieser Natriumbrenner wird von C. Desaga in Heidelberg hergestellt und kostet nebst einer Ersatzscheibe 16,50 M. *H. H.-M.*



Eine neue Gas-Waschflasche. Von P. Fuchs. Vom Glastechnischen Institut von G. Müller-Ilmenau wird eine neue sehr empfehlenswerte Gaswaschflasche hergestellt, bei der das Gas nicht nur in eine Waschflüssigkeit, sondern auch noch in einen damit combinierten Trockenturm geleitet wird, der sich innerhalb der Flasche selbst befindet. Hierdurch wird der

schädliche Raum über dem Niveau der Waschflüssigkeit beträchtlich verringert. Unterstützt wird die günstige Wirkung dadurch, dafs das Gas nicht durch eine gewöhnliche Glasröhre in die Waschflüssigkeit tritt, wodurch immer ziemlich grofse Blasen gebildet werden, sondern dafs diese Röhre unten in eine mit 4 feinen Löchern versehene Kugel endigt. Hierdurch ist ein Aufwallen der Flüssigkeit vermieden und es tritt das Gas mit der Waschflüssigkeit in innige Berührung, da nur kleinste Blasen entstehen, so dafs z. B. Schwefelsäure dadurch ein milchiges Aussehen bekommt. Verfasser bemerkt mit Recht, dafs man diese Vorrichtung an allen Waschflaschen anbringen sollte. (*Ztschr. f. angew. Chem. 1898, 4, S. 77.*) *O.*

Versuch über Absorption des Lichts durch fluorescierende Körper. Von J. Burke (*Nature vom 3. März 1898*). Eine photographische Platte P ist vor zwei gleichen Würfeln von Uranglas A und B so aufgestellt, dafs von B ausgehendes Licht durch A hindurchgehen mufs, bevor es die photographische Platte P trifft. Eine an ultravioletten Strahlen reiche Lichtquelle S erleuchtet die Würfel durch Strahlen parallel der Platte P, die aber selbst vor direkter Einwirkung jener geschützt ist. Zuerst wird nun ein Bild hergestellt, wenn die beiden Würfel zugleich in der beschriebenen Lage beleuchtet sind. Dann wird die Platte P verschoben und ein zweites Bild erzeugt, bei dem jeder der beiden Würfel einzeln beleuchtet ist. Ist die Expositionsdauer beide Male dieselbe, so zeigt doch das zweite Bild eine stärkere Lichtwirkung an als das erste. Die einfachste Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung giebt die Annahme, dafs der Würfel A das von B ausgehende Licht stärker absorbiert, wenn er sich im Zustande der Fluorescenz befindet, als wenn er von den Lichtstrahlen der Quelle S nicht getroffen wird. Das Kirchhoffsche Gesetz der Gleichheit von Emission und Absorption ist hier nicht ohne weiteres anwendbar, da bei dem beschriebenen Versuch ein Körper ohne Erhöhung der Temperatur seine Absorptionsfähigkeit verändert, indem er unter Einwirkuhg einer äufsern Lichtquelle Strahlen aussendet, welche zugleich mit der Erregung selbst ausgelöscht werden. Man könnte vielleicht den Begriff der Temperatur auch auf die Schwingung der fluorescierenden Moleküle des Uranglases ausdehnen oder, wie Verf. vorzieht, in dem Kirchhoffschen Gesetz jenen Begriff gänzlich unterdrücken. *Schk.*



Scharf geschichtete Entladungen in freier Luft bei Atmosphärendruck erhält M. Toepler durch folgende Versuchsanordnung (*Wied. Ann. 63, 109; 1897*). Er schiebt in den Schlagraum zwischen die Polkugeln eine schmale Platte eines passenden Halbleiters (trockenen Schiefer, Granit, Basalt etc.); dann entsteht auf der negativen Seite eine geschichtete, auf der positiven eine ungeschichtete Entladung, die Grenze bildet der Halbleiter. Benutzt wurden vier Schachtelbatterieen, die von einer 60plattigen Toeplerschen Maschine geladen wurden. Der negative Anteil des Funkens besteht aus einer weifsvioletten Austrittsfläche an der Kathode und bis zu 6 Schichten, deren Farbe von der Intensität der Entladungen abhängt. Zwischen der sehr hellen Austrittsfläche und der ersten Schicht ist ein scharfer, ganz dunkler Zwischenraum; beide dürften der blauen Kathodenschicht und dem Dunkelraum zwischen Kathoden- und Anodenlicht in gasverdünnten Räumen entsprechen. Auch die sonstigen Gesetzmäfsigkeiten der Schichtenbildung gleichen völlig den Gesetzen der Schichtung des Anodenlichts in Geifslerröhren. *Schk.*

2. *Forschungen und Ergebnisse.*

Das Zeemannsche Phänomen. Weitere Mitteilungen über den Einflufs eines Magnetfeldes auf die Lichtemission (vergl. d. Zeitschr. *X 159*) machen O. Lodge und B. Davies (*Proceed. of the R. S. LXI 413; Naturwiss. Rundschau XII 627.*) Bei niedriger Temperatur werden die beiden Natriumlinien unter Einwirkung des Magnetismus zuerst verbreitert, bei gröfserer Feldstärke wird jede Linie verdoppelt, indem eine dunkle Linie in ihrer Mitte auftritt. Hierbei mufs die Flamme vorn im Magnetfelde stehen und zuerst scharf und einfach erscheinen. Steht die Flamme teilweise hinter dem Felde und erscheint — bei höherer Temperatur —

jede Linie als breite Doppellinie mit verschwommenen Rändern, so verbreitert die Magnetisierung die Verdoppelung; in stärkerem Felde erscheint inmitten des dunkeln Bandes wieder eine helle Linie, noch stärkere Magnetisierung läfst in dieser wieder eine dunkle Linie auftreten, so dafs die Gruppe der beiden D-Linien achtfach erscheint. Ein Nicol hebt alle Wirkungen des Magnetismus auf und stellt das ursprüngliche Aussehen der Linie wieder her. Die gleiche Beobachtung machten die Verff. an den roten Linien der Lithium- und Thalliumsalze, die grünen Linien zeigten es weniger deutlich. Die rote Cadmiumlinie eines Funkenspektrums zeigte die Einwirkung des Magnetismus ebenso deutlich wie die Flammenspektren. In allen Versuchen wurde das Spektrum durch ein Rowlandsches Gitter entworfen.

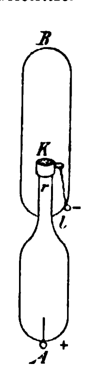
Um das Zeemannsche Phänomen leichter und sicherer beobachten zu können, beschreibt W. König eine neue Versuchsanordnung (*Wied. Ann. 62, 240; 1897*), die je nach der Richtung der Kraftlinien etwas verschieden ausfällt. Zur Untersuchung der Erscheinung in der Richtung der Kraftlinien liefs König das Licht einer Bogenlampe die Öffnung der Polschuhe eines Elektromagneten in Richtung der Axe durchsetzen; die Strahlen passierten einen Spektralapparat, auf dessen Tischchen sich ein Rowlandsches Gitter befand. Das Ocular konnte auch durch ein Quinckesches Horizontalmikroskop ersetzt werden. Zwischen den Polen des Elektromagneten wurde mit Bunsenbrenner und Kochsalzperle eine Natriumflamme erzeugt; im Beugungsspektrum des elektrischen Lichtes erschienen dann sehr deutlich die dunkeln D-Linien. Im magnetischen Felde sollen diese Linien verbreitert und an den Rändern entgegengesetzt cirkularpolarisiert werden. Um dieses besonders deutlich zu machen, teilt König das Gesichtsfeld in zwei Hälften. Vor den Spalt des Collimatorrohres werden zwei $\lambda/4$-Platten von Glimmer so nebeneinander gelegt, dafs die gleichen Axen einen Winkel von 90° miteinander bilden; die eine bedeckt die obere, die andere die untere Fläche des Spaltes. Ein zwischen Collimator und Gitter gestelltes grofses Nicolsches Prisma wirkt als Analysator und bringt bei Drehung bald die eine, bald die andere Hälfte des Gesichtsfeldes zum Verlöschen. Um die Grenzlinie beider Hälften etwas zu verschärfen, nimmt König statt der Doppelplatte auch eine den ganzen Spalt bedeckende $\lambda/4$-Platte, deren Axen einen Winkel von 45° mit der Richtung des Spaltes bilden, ferner statt des Nicols ein doppeltbrechendes Prisma. Letzteres wurde so orientiert, dafs das aufserordentliche Bild des Spaltes genau in die Verlängerung des ordentlichen fiel; die Länge des Spaltes wurde so vermindert, dafs beide Spaltbilder sich nicht überdeckten, sondern in einer scharfen Linie aneinander grenzten. Mit beiden Methoden beobachtet man eine gegenseitige Verschiebung der D-Linien in beiden Gesichtsfeldern, und es läfst sich vermittels des Analysators (dessen Wirkung vorher durch Einschaltung einer cirkularpolarisierenden Substanz zu bestimmen ist) feststellen, dafs die Spektrallinien an dem Rande, welcher nach den längeren Wellen zu liegt, rechtsherum, an dem entgegengesetzten linksherum cirkularpolarisiert sind, wenn die Kraftlinien mit dem Lichte laufen. Die beiden gegeneinander verschobenen Hälften lassen sich durch Drehung des Prismas bei der zweiten Methode wieder auf völlige Geradheit zurückführen; bei Umkehrung der Stromrichtung erscheint die Wirkung dann in doppelter Gröfse. Man kann so die Gröfse der Verschiebung messen. König fand, dafs bei einer Feldstärke von 7300 C. G. S. der Zeemannsche Effekt $^1/_{56}$ des Abstandes der beiden D-Linien betrug.

Zu Beobachtungen senkrecht zu den Kraftlinien wird der Magnet um 90° gedreht, so dafs die Strahlen des elektrischen Lichtes senkrecht zu den Kraftlinien zwischen den Polen hindurchgehen. Die Durchbohrung fällt weg, man nimmt am besten einen abgerundeten und einen ebenen Pol. König verwendet wieder zwei Methoden zur Untersuchung. Bei der ersten wird über die eine Hälfte des Spaltes eine $\lambda/2$-Glimmerplatte geklebt, deren Axenrichtungen Winkel von 45° mit der Spaltrichtung bilden. Dieselbe dreht die Schwingungsrichtung des geradlinig polarisierten einfallenden Lichts um 90°, ein Nicol dient als Analysator. Die zweite Methode ist ganz entsprechend der zweiten oben besprochenen, nur die $\lambda/4$-Glimmerplatte fällt weg, und das doppeltbrechende Prisma giebt direkt zwei senkrecht zu einander polarisierte Spaltbilder. Man sieht bei beiden Methoden die Linien in der einen

Hälfte des Gesichtsfeldes schmal und gleichmäfsig dunkel, in der andern verbreitert, gleichmäfsig hell, in der Mitte mit scharfen dunkeln Rändern. Es geht daraus hervor, dafs in dem Mafse, als das vertikal schwingende Licht sich an den Rändern ansammelt, die Mitte den entgegengesetzten Polarisationszustand annimmt.

In noch einfacherer Weise läfst sich, wie König in *Wied. Ann. 63, 268; 1897* mitteilt, die Erscheinung senkrecht zu den Kraftlinien demonstrieren. Zwei hinter einander stehende Natronflammen werden durch geeignete Regulierung ihrer Temperaturen so abgeglichen, dafs das Licht der einen von der zweiten absorbiert wird. Deckt man ein Drahtnetz über eine Bunsenflamme und bringt in den unteren Teil eine Kochsalzperle, so leuchten die Natriumdämpfe über dem Drahtnetz nur schwach und absorbieren das Licht einer anderen mäfsig hellen Kochsalzflamme vollständig. Durch einen Blechcylinder wird der helle, untere Teil der Absorptionsflamme abgeblendet. Befindet sich die Emissionsflamme zwischen den Polen eines starken Elektromagneten, die Absorptionsflamme aufserhalb des Feldes, so werden in der ersten neue Schwingungen hervorgerufen, die von der zweiten nicht absorbiert werden und einen bestimmten Polarisationszustand haben. Durch eine dichroskopische Lupe oder ein doppeltbrechendes Prisma ist die Polarisation wahrzunehmen. Färbung der Emissionsflamme mit einem zweiten Salze läfst beide Bilder verschiedenfarbig erscheinen. *Schk.*

Kanalstrahlen. Von Goldstein ist zuerst *(Berl. Akademie-Ber. 39, 691; 1886*: wieder abgedruckt in *Wied. Ann. 64, 38; 1898)* eine besondere Art von Strahlen beschrieben worden, die von einer durchlöcherten Kathode, vorzugsweise nach der der Anode entgegengesetzten Seite ausgesendet werden und die er „Kanalstrahlen“ nannte. Goldstein hatte einen aus engmaschigem Drahtnetz gerollten Cylinder zur Kathode genommen; an dem einen Ende derselben befand sich ein Glasröhrchen, in das die Anode eingeschmolzen war. Der Strom ging also von dieser nach der inneren Seite des Kathodenrohres, und demzufolge war auch auf dieser blaues Kathodenlicht sichtbar. Aber auch die Aussenseite des Netzrohres war von hellem, goldgelbem Licht umgeben, welches den ganzen Raum von der Kathode bis zur Wand des 5 cm weiten Gefäfses vollständig erfüllte. Weitere Versuche zeigten, dafs die Erscheinung immer auftrat, wenn das Entladungsrohr durch die Kathode in zwei Teile geteilt ist, die durch enge Öffnungen mit einander communizieren und deren einer die Anode enthält. Goldstein benutzte Röhren von der in der Figur skizzierten Form. Die siebartig durchlöcherte Kathode K bildet den Boden einer auf ein Glasrohr r fest aufgeschobenen Kapsel; der Draht leitet die negative Elektrizität hinzu, A ist Anode. Auf der Vorderseite der Kathode (zwischen K und A zeigte sich die gewöhnliche Lichterscheinung: zuerst eine schmale gelbe Schicht, dann das blaue Kathodenlicht. Auf der Rückseite (zwischen K und B) erschien dann das gelbe Licht, ohne jede Beimischung von blauen Strahlen. Es besteht aus Strahlenbündeln, die von jeder Öffnung der Kathode ausgehen. Sie sind convergent gegen die Achse der Kathodenplatte, ihre Convergenz nimmt mit fortschreitender Verdünnung zu. Im Gegensatz dazu sind die blauen Kathodenstrahlen divergent gegen die Kathodenachse, und ihre Divergenz nimmt mit der Evakuierung zu. Die Achsen der gelben Bündel erscheinen wie die nach rückwärts gerichteten Verlängerungen der blauen Strahlen. Bohrt man die Kanäle nicht senkrecht, sondern schräg zur Kathodenplatte, so ändert sich die Richtung der gelben Strahlen nicht, wohl aber ihre Lichtintensität, die mit wachsender Neigung der Kanalachsen geringer wird. Mit wachsender Verdünnung verlängern sich die gelben Strahlen und bilden hohe Lichtgarben; Röhren von 45 cm Länge wurden vollständig von ihnen erfüllt. Bei hohen Verdünnungen gehen nur von den nach der Mitte zu gelegenen Öffnungen gelbe Strahlen aus; das sind aber zugleich dieselben, welche auf der Vorderseite noch mit der ersten gelben Schicht bedeckt sind. Goldstein schliefst hieraus, dafs der Ursprung der Kanalstrahlen auf der Vorderseite der Kathode zu suchen ist, und dafs sie mit der ersten Schicht des Kathodenlichts wesensgleich sind. Die Farbe der Kathodenstrahlen ist nur in Luft und Stickstoff goldgelb, in Wasserstoff rosa, in Sauerstoff gelblichrosa u. s. w., überall



aber ist die Farbe nahezu dieselbe wie die der ersten Kathodenschicht. Das Spektrum zeigt gewisse Verschiedenheiten von dem Spektrum des Kathodenlichts, am auffallendsten bei Sauerstoff, wo statt des Bandenspektrums das reine Vier-Linien-Spektrum auftritt. Eine Phosphorescenz der Glaswand erzeugen die Kanalstrahlen fast garnicht, das Metall der Kathode wird auch nicht von ihnen zerstiebt. Sind die Kanäle sehr weit, so tritt bei geringer Verdünnung auch an der Rückseite gewöhnliches Kathodenlicht auf, das bei höherer Verdünnung den Kanalstrahlen das Feld räumt. Bei engen Kanälen sind diese schon bei höherer Dichte gut entwickelt. Zur Untersuchung eines einzelnen Bündels Kanalstrahlen erwies sich eine Kathode mit nur einer $3^1/_2$ mm weiten Öffnung, auf der ein 2 cm weites Metallröhrchen aufgelötet ist, als besonders geeignet. Ein in die Bahn eines solchen dicken Bündels eingeschalteter Draht wirft einen ebensolchen Schatten wie in einem Bündel blauer Kathodenstrahlen. Zwei Bündel Kanalstrahlen durchkreuzen sich, ohne sich abzulenken. Durch einen starken Elektromagneten wurden sie ebenfalls nicht abgelenkt; auch die Nähe einer andern Kathode übte keinen Einfluſs aus.

Der Einfluſs, welchen Kanalstrahlen auf verschiedene Substanzen ausüben, wird von W. Arnold näher untersucht (*Wied. Ann. 61, 325; 1897*). Zu den Versuchen diente ein von Stuhl in Berlin bezogener Apparat, bei welchem an dem von den Kanalstrahlen getroffenen Rohrende (*B* der Figur) ein besonderes Rohr mit den zu untersuchenden Stoffen eingekittet werden konnte. Die von Kanalstrahlen getroffene Glaswand leuchtet rotgelb; mit der Zeit läſst das Leuchten nach, kann aber durch Erwärmen wieder hervorgebracht werden. Chlornatrium leuchtet auch rotgelb, doch tritt keine Färbung des Salzes ein, wie es unter dem Einfluſs der Kathodenstrahlen der Fall ist (*d. Zeitschr. X 155*). Bei letzteren entweicht wohl das Chlor unter Bildung der Subchloride, bei den Kanalstrahlen das Metall. Auch andere Salze lumineszieren durch Kanalstrahlen in verschiedenen Farben, verlieren aber rasch die Fähigkeit dazu, wenn man nicht durch Schütteln der Pulver neue Teile an die Oberfläche bringt. Im Gegensatz hierzu zeigen die Salze bei Kathodenstrahlen in 10—15 Minuten keine merkliche Schwächung des ausgesandten Lichtes. Lichtdicht den Kanalstrahlen ausgesetzte photographische Platten zeigten keine Veränderung. Eine elektrisch geladene Metallplatte verlor unter dem Einfluſs der Kanalstrahlen sogleich ihre Ladung, mochte sie positiv oder negativ sein. Die Energie der Kanalstrahlen ist eine groſse, da ein in den Gang derselben gebrachtes Thermometer in kurzer Zeit um mehrere Grade stieg.

Einige weitere Eigenschaften der Kanalstrahlen beschreiben E. Wiedemann und G. C. Schmidt (*Wied. Ann. 62, 468; 1897*). Sie benutzen eine Vakuumröhre, in deren Mitte ein Drahtnetz oder durchbohrtes Blech eingekittet ist; an der einen Seite befindet sich die Anode, ein Seitenrohr führt zur Luftpumpe und macht eine Änderung des Druckes möglich. Je enger die Röhre ist, um so früher bilden sich sowohl Kathoden- als Kanalstrahlen aus. Die Verfasser fanden, daſs Gase, welche von Kanalstrahlen durchsetzt werden, elektrische Schwingungen absorbieren, also eine Schirmwirkung ausüben. Kanalstrahlen, die eine Kathode treffen, setzen das Entladungspotential herab. Transversalentladungen gehen durch Kanalstrahlen mit groſser Leichtigkeit hindurch. Überhaupt verhalten sich unter dem Einfluſs von Kanalstrahlen lumineszierende Gase sehr ähnlich wie solche, die durch elektrische Entladungen zum Leuchten gebracht werden.

Ob die Kanalstrahlen gleich den Kathodenstrahlen Träger elektrischer Ladungen sind, untersuchte W. Wien (*Verh. d. phys. Ges. zu Berlin 16, 170; 1897*). Die von einem feinen Drahtnetz als Kathode ausgehenden Kanalstrahlen trafen eine mit einem Elektrometer verbundene Elektrode; die Anordnung entsprach sonst ganz der in d. Zeitschr. *XI 87.* beschriebenen. Bei allen Versuchen wurde eine Funkenstrecke von 2 cm eingeschaltet. Die Ladung der Elektrode war stets positiv, auch bei groſsen Drucken, wenn die Kanalstrahlen noch nicht sichtbar waren. Bei Bedeckung des Drahtnetzes mit Papier, Glimmer oder Metall hörte jede Wirkung auf. Wurde zwischen Drahtnetz und Anode eine zweite durchlöcherte Platte gesetzt und diese zur Kathode gemacht, so traten aus dem Gitter Kanalstrahlen mit Kathodenstrahlen untermischt heraus. Bei höheren Drucken überwogen die letzteren, und die Ladung

wurde negativ, bei niedrigeren Drucken die ersteren, und damit erschien positive Ladung. Durch Annäherung eines Magneten konnte man die Kathodenstrahlen zur Seite drängen und eine negative Ladung in eine positive umwandeln. Aus den Versuchen Wiens scheint also hervorzugehen, dafs in einer Vakuumröhre die Kathodenstrahlen die Träger der negativen, die Kanalstrahlen die Träger der positiven Ladung sind.

Es ist Wien ebenfalls gelungen, eine elektrostatische und magnetische Ablenkung der Kanalstrahlen nachzuweisen *(a. a. O. Jhrg. 17, S. 10; 1898)*. In eine Metallplatte als Kathode war ein Loch von 2 mm Durchmesser gebohrt und beiderseits Glasröhren aufgekittet. In der einen Röhre befand sich die Anode, in der andern zwei einander gegenüberstehende Elektroden. Wurden diese durch einen Hochspannungsakkumulator auf eine Spannungsdifferenz von 2000 Volt gebracht, so wurden die zwischen ihnen hindurchgehenden Kanalstrahlen um etwa 6 mm abgelenkt und zwar wurden sie von der negativen Elektrode angezogen. Zur Beobachtung der magnetischen Ablenkung nahm Wien zur Kathode eine Eisenplatte von 2,5 cm Dicke, in deren Mitte sich die 2 mm-Öffnung befand; auf beiden Seiten waren die Glasröhren wie oben aufgekittet. Die Polschuhe des Elektromagneten wurden dicht an die Eisenplatte angelegt, sodafs die Kanalstrahlen zwischen ihnen die Röhre durchzogen. Die andere Röhre, welche die Kathodenstrahlen enthielt, wurde ganz in einen Eisencylinder eingeschlossen; dadurch wurde die Wirkung der magnetischen Kräfte auf die letzteren Strahlen sehr geschwächt. Nach Erregung des Elektromagneten zeigte sich nun in der That eine Ablenkung der Kanalstrahlen um etwa 6 mm und zwar nach der entgegengesetzten Richtung wie bei den Kathodenstrahlen. Die Stärke des Magnetfeldes betrug etwa 3250 CGS. Wien berechnet die Geschwindigkeit der Kanalstrahlen zu $3{,}6 \cdot 10^7$ cm/sec und das Verhältnis der Masse zur Ladung zu $3{,}2 . 10^{-3}$. Er zieht aus seinen Beobachtungen den Schlufs, „dafs die Kathodenstrahlen mit den Vorgängen bei der Elektrolyse, wo die entgegengesetzt geladenen Ionen mit verschiedenen Geschwindigkeiten in entgegengesetzter Richtung wandern, am nächsten verwandt sind“. *Schk.*

Untersuchungen über den Induktionsapparat. Obwohl der Bau der Induktionsapparate bereits eine hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht hat, weist die Theorie dieser Apparate doch noch manche Lücken auf. Bekannt ist, dafs bei der Schliefsung des primären Stroms die Spannungen an den Polen der Induktionsrolle verhältnismäfsig langsam bis zu einer geringen Höhe wachsen, um in gleicher Weise wieder herabzusinken, dafs dagegen die Spannungen bei der Öffnung sehr schnell ein weit höheres Maximum erreichen und in kürzester Zeit wieder verschwinden. Überall wo es auf die Entwicklung einer auch nur einigermafsen hohen Spannung ankommt (z. B. beim Betrieb von Röntgenröhren), kommt daher der Schliefsungsinduktionsstrom überhaupt nicht in Betracht; bei Versuchen von B. Walter (s. u.) betrug die sekundäre Funkenlänge bei der Schliefsung nur Bruchteile eines Millimeters gegen 30 cm bei der Öffnung. Die Schlagweite, nach der man die Leistungsfähigkeit eines Induktoriums in der Regel beurteilt, hängt hiernach ausschliefslich von der Spannung des sekundären Öffnungsstromes ab.

In bezug auf den Zusammenhang von Schlagweite und Spannung ist bisher nur festgestellt, dafs erstere mit der letztern wächst, doch fehlte es bisher an genauen Messungen der höheren Spannungen wie an Angaben über die höchsten Werte, bis zu denen die Spannung an den Polen des Induktoriums ansteigt. Untersuchungen hierüber hat kürzlich A. Oberbeck veröffentlicht *(Wied. Ann. 62, 111; 1897)*. Anknüpfend an Untersuchungen von Precht *(Wied. Ann. 49, 150; 1893)* bediente er sich zur Messung des Maximalpotentials der entladenden Wirkung einer Spitze, die einer mit dem einen Pol des Induktoriums verbundenen Kugel genähert wurde, bis der Beginn der Entladung eintrat; dieser Beginn wurde an einem mit der Nadel verbundenen Elektrometer (Braunsches Elektrometer von hoher Empfindlichkeit) beobachtet. Vorversuche, bei denen die zu entladende Kugel mit einer constant geladenen Leydener Flasche in Verbindung stand, hatten gezeigt, dafs die Entladung für jedes gewählte Potential in einer bis auf $^1/_2$ cm bestimmbaren Entfernung eintrat, z. B. für 19000 Volt bei 22 cm, für 5800 Volt in 8,5 cm. Eine Reihe so gewonnener Wertepaare wurde

zur Herstellung einer Kurve benutzt, die natürlich für jede einzelne, zu weiteren Messungen benutzte Spitze besonders entworfen werden mufste; die Entfernungen (r) wurden als Abscissen, die Potentiale (V) als Ordinaten aufgetragen. Dabei zeigte sich, dafs die Werte von V bei gleichen Ladungen des Conduktors kleiner für positive als für negative Ladungen waren, dafs also der Ausflufs negativer Elektrizität aus der Nadel leichter erfolgte als der von positiver Elektrizität.

Um die beschriebene Methode auf die zu untersuchenden Induktorien (ein kleines von 3 cm, ein gröfseres von 30 cm Funkenlänge) anzuwenden, wurde die vorher benutzte Conduktorkugel mit dem einen Pol durch einen langen Messingstab verbunden, so dafs sie sich in 120 cm Entfernung von dem Apparat befand und allen direkten elektrostatischen Einwirkungen, die von diesem ausgehen konnten, entzogen war. Als Unterbrecher diente ein doppelt wirkender Wagnerscher Hammer, der durch zwei mit der einen Unterbrechungsstelle verbundene Akkumulatoren betrieben wurde, während die andere Unterbrechungsstelle in den primären Stromkreis des Induktoriums geschaltet war. Es wurden nun die Entfernungen r wie vorher bestimmt, die Gröfsen von V aus den Kurven ermittelt und endlich die Spannung P des primären Stroms für jeden Fall gemessen. Der primäre Strom wurde dadurch variiert, dafs die Pole einer Kette von 9 Akkumulatoren durch einen Widerstand geschlossen und von dessen Enden Zweigleitungen nach dem Induktorium geführt wurden. Die Primärspannung hing demnach von dem vorgelegten Widerstande ab; die Werte von P lagen zwischen 6 und 14 Volt, die zugehörigen von V zwischen 13 000 und 29 000 Volt. Es stellte sich heraus, dafs zunächst bei dem kleineren Induktorium das Verhältnis S/P constant blieb, es hatte Werte zwischen 2200 und 2057. Bei einem gegebenen Induktionsapparat und einer bestimmten Art der Unterbrechung des primären Stroms hat hiernach die Maximalspannung der sekundären Rolle und die Klemmspannung des primären Stroms ein constantes Verhältnis, dessen Wert man als die Transformationszahl des Induktoriums unter den gegebenen Umständen bezeichnen kann. Bei Anwendung eines Deprez-Unterbrechers waren die Resultate nicht so einfach, doch lagen die Transformationszahlen ebenfalls zwischen 2000 und 3000. Bei dem gröfseren Induktorium ergaben sich nach Anbringung gewisser Correkturen ebenfalls nahezu constante Werte für die Transformationszahlen, bei Anwendung des Doppelhammers 3487, bei rotierendem Quecksilberunterbrecher (nach Hofmeister) mit schnellem Gang 4462, mit langsamem Gang 5408. Für den Zusammenhang von Spannung und Funkenlänge wird endlich eine Beobachtungsreihe mitgeteilt, die von 16 mm (bei 12 500 Volt) bis 110 mm (bei 60 600 Volt) steigt. *P.*

Erwärmende Wirkung der Röntgenstrahlen. Von E. Dorn (*Wied. Ann. 63, 160; 1897*). Zwei nahe gleich weite Glasröhren waren beiderseits mit Aluminiumblechen verschlossen und mit den beiden Schenkeln einer Toeplerschen Drucklibelle verbunden. Die eine der Röhren wurde Röntgenschen Strahlen ausgesetzt; die Vakuumröhre befand sich mit dem Induktionsapparat in einem Nebenzimmer, und die Strahlen traten durch ein Bleidiaphragma, welches in einer Maueröffnung angebracht war, in den Beobachtungsraum. Ein Aluminiumblech schützte die Versuchsröhren vor strahlender Wärme, auch waren sie in Watte gehüllt. Wurde nun die eine der Röhren von Röntgenstrahlen durchsetzt, während die andere beschirmt war, so zeigte der Meniscus der Libelle nur geringe Schwankungen, welche keinen Schlufs auf eine Temperaturerhöhung zuliefsen. Das war aber nur dann der Fall, wenn die bestrahlte Röhre nur Luft enthielt. Machte man in ihr Einlagen von Metallblättern (z. B. sieben den Querschnitt fast vollkommen ausfüllende Scheiben von Platinfolie), so bewirkten die Röntgenstrahlen eine unverkennbare Temperaturerhöhung. Eine vorgesetzte Glasplatte drückte die Wirkung auf ein Viertel herab. Dafs dieselbe nicht von strahlender Wärme herrührte, zeigte ein Vergleichsversuch mit einem erhitzten Lötkolben, der die Temperatur nicht änderte. Dorn berechnet aus seinen Versuchen auch die hierbei entwickelte Wärmemenge und findet, dafs diese unter sonst gleichen Umständen nahe der Absorption der Röntgenstrahlen parallel läuft.

Durch eine Hilfsbeobachtung liefs sich die gesamte absorbierte Energie der Röntgenstrahlen bestimmen. Dazu wurden die 7 Scheiben von Platinfolie aufgeschnitten und die nur

am Rande zusammenhängenden Hälften der verschiedenen Platten abwechselnd aneinander gelötet, wodurch ein Zickzack von Platinfolien entstand, welches in die Versuchsröhre hineingebracht wurde. Eingekittete Kupferdrähte liefsen einen Strom durch die Platinfolien leiten, der sie (bei passend gewählter Stärke) ebenso erwärmte, wie es durch Absorption der Röntgenstrahlen geschah. Da sich die in der Sekunde vom Strom entwickelte Wärmemenge berechnen läfst, so kann durch Vergleich hiermit auch die Wärmewirkung der Röntgenstrahlung bestimmt werden. Dorn fand diese bei einem Versuch = 1,51 mg-Cal. in der Sekunde oder, da 5 Unterbrechungen in der Sekunde stattfanden, = 0,30 mg-Cal. für eine Entladung; ein anderer Versuch ergab für dieselben Gröfsen 1,86 bezw. 0,18 mg-Cal. In dem ersten Falle war ein gröfseres Induktorium verwendet als im zweiten. *Schk.*

Über die Schirmwirkung elektroluminescierender Gase gegen elektrische Schwingungen. Von E. Wiedemann und G. C. Schmidt (*Wied. Ann. 62, 461, 1897*). Gase, die durch elektrische Schwingungen zum Leuchten gebracht werden, thun dies hauptsächlich in der Nähe der Erregungsstelle, während die ferner gelegenen Teile durch das Gas selbst geschirmt werden. Die Schirmwirkung hängt sowohl vom Druck, wie von den Dimensionen des Rohres ab. Die Verf. untersuchten die Wirkung elektrisch leuchtender Gase auf die Fortpflanzung der Schwingungen eines Lecherschen Drahtsystems (*d. Zeitschr. IV, 146*) und fanden, dafs jene Gase die Schwingungen absorbieren, wenn sie durch einen Strom zum Leuchten gebracht sind; der dunkle Kathodenraum dagegen absorbiert elektrische Schwingungen nur schwach und verhält sich darin wie ein Nichtleiter. Ging kein Strom durch das Gas oder war bei sehr niederem Drucke das ganze Rohr von Kathodenstrahlen erfüllt, so liefs die Vakuumröhre die Schwingungen hindurch. Auf die an einem Lecherschen Endcondensator erzeugten Kathodenerscheinungen übt die Kathode eines stromdurchflossenen Rohres eine deflektorische Wirkung aus. Flammen, mit oder ohne Metalldämpfe, schirmen nicht gegen elektrische Schwingungen. Die Schirmwirkung elektrisch leuchtender Gase erstreckt sich auch auf elektrostatische Kräfte. Ein geriebener Glas- oder Harzstab, durch ein Vakuumrohr vom Elektroskop getrennt, erzeugte einen nur halb so grofsen Ausschlag, wenn ein Strom das Rohr durchsetzte als wenn dies nicht der Fall war. Es entstehen hierbei, wahrscheinlich infolge eines Transversalstroms, elektrische Ladungen der Rohrwand, welche die Wirkung des elektrisierten Körpers aufheben. *Schk.*

Einwirkung von Dämpfen fester und flüssiger Körper auf photographische Platten. Von H. Muraoka und M. Kasuya. Eine nochmalige Untersuchung des Johanniskäferlichts (*d. Ztschr. X 100; 1897*) hatte ergeben, dafs die Wirkung dieser Strahlen auf eine photographische Platte viel stärker ist, wenn man die Käfer mit etwas Wasser bespritzt. Eine blofse Befeuchtung des die Platte umgebenden Kartonpapiers ergab nun auch ohne Käfer eine Schwärzung. Die aus einer mit Wasser gefüllten Tasse sich entwickelnden Dämpfe zeigten allein keine Einwirkung; diese trat aber wieder auf, als fein zerteiltes Kartonpapier in die Tasse gebracht wurde. Die Verfasser untersuchten nun verschiedene, besonders leicht flüchtige Stoffe (z. B. Harz, Kaffee, Thee, Kampher, Nelke, Reis u. s. w.) und fanden eine Einwirkung von verschiedener Stärke. Unter Flüssigkeiten wirkten besonders Terpentinöl, Quecksilber, Alkohol. Die Harze, auch harzige Holzplatten, waren sehr wirksam. Von Metallen wirkten ein Zink, Cadmium, Magnesium, die beiden letzten Metalle aber meistens nur an ihrem Rande. Eine zwischengelegte Glimmer- oder Glasplatte verhinderte die Einwirkung. Ob diese durch Dämpfe oder besondere Strahlen veranlafst wird, liefs sich nicht sicher entscheiden. *Schk.*

Versuch einer graphischen Darstellung für das periodische System der Elemente. Bekanntlich konnte bisher eine Gesetzmäfsigkeit der Atomgewichtszahlen, falls man dieselben dem periodischen System der Elemente entsprechend steigend anordnet, nicht aufgefunden werden, und zwar weder durch das Bestimmen der Differenzen noch der Quotienten der Atomgewichtszahlen homologer Elemente. Deshalb hat Herr E. Loew (*Zeitschr. für physikalische Chemie XXIII, 1; 1897*) einen Versuch gemacht, „in erster Annäherung diejenige Funktion aufzusuchen, in der die thatsächlich gefundenen Atomgewichtszahlen ohne Benutzung empirischer

Konstanten als variable und einem bestimmten Gesetz der Periodicität unterworfene Gröfsen in Abhängigkeit von gewissen — wenn auch zunächst nur fiktiven — unabhängig Variabeln sich ausdrücken lassen". Zunächst wird zum Zweck graphischer Darstellung mittels Polarkoordinaten das Atomgewicht A als Funktion eines Radiusvektors r und eines Polarwinkels φ betrachtet, was durch die Gleichung $A = f(r, \varphi)$ zum Ausdruck kommt. Die einfachste Form dieser wäre $A = r\varphi$, woraus Verf., indem er r und φ einander gleich setzt, zu $r = \varphi = \sqrt{A}$ gelangt. Letzterer Gleichung würde aber als Kurve die archimedische Spirale entsprechen. Es ist nun die Eigenschaft dieser Kurve, „dafs, wenn r_1 ein beliebiger Leitstrahl ist, die Vektoren

$$r_3 = r_1 + 2\pi,\ r_5 = r_1 + 4\pi,\ r_7 = r_1 + 6\pi \ \ldots\ldots$$
$$\text{und } r_2 = r_1 + \pi,\ r_4 = r_1 + 3\pi,\ r_6 = r_1 + 5\pi \ \ldots\ldots$$

auf derselben den Leitstrahl r_1 verlängernden Geraden liegen". — „Liefse sich also nachweisen, dafs jeder einem bestimmten Atomgewicht, wie z. B. des *Na*, entsprechende Leitstrahl von den Radienvektoren der übrigen, einer gleichen natürlichen Gruppe angehörigen Elemente — wie *Cu*, *Ag*, *Au* etc. — um ein Vielfaches von π verschieden wäre, so würde damit eine Beziehung zwischen der Kurve $r = \varphi$ und den Atomgewichtszahlen aufgefunden sein, die eine graphische Darstellung des periodischen Systems ermöglicht." Zum Zwecke der Prüfung hat nun der Verf. eine Tabelle für sämtliche Elemente berechnet, welche in drei Längsreihen die Atomgewichte, die Leitstrahlen und die Winkel in Graden enthält. Aus derselben ergiebt sich beispielsweise, dafs für *Na* r (resp. der Polarwinkel in Einheiten des Radius) $= \sqrt{A} = 4{,}802082$ und für *Cu* $r = \sqrt{A} = 7{,}956129$ ist, dafs also die Differenz beider Werte von π nur um $+ 0{,}012454$ abweicht. Auch für *Mg* und *Zn*, *Al* und *Ga*, *Si* und *Ge*, *P* und *As*, *S* und *Se* stellt sich gleicher Weise eine befriedigende Genauigkeit heraus. Den Zahlen dieser Tabelle entsprechend ist ferner eine Kurve konstruiert worden. „Die aufeinander folgenden, den einzelnen Elementen *H*, *He*, *Li*, *Be* u. s. w. entsprechenden Leitstrahlen sind unter den in der Tabelle aufgeführten Winkeln gegen die angenommene Anfangslage nach links hin eingetragen und ihr Endpunkt durch das Symbol des zugehörigen Elements bezeichnet. — Die punktierte, die Endpunkte der Leitstrahlen *H*, *He*, *Li* u. s. w. verbindende Kurve ergiebt die durch die Gleichung $r = \varphi = \sqrt{A}$ dargestellte archimedische Spirale." Entsprechend der Tabelle zeigt auch diese Figur eine „deutliche Annäherung an das oben vermutete Gesetz der Periodicität, indem z. B. die Leitstrahlen von *Na*, *Mg*, *Al*, *Si*, *P*, *S* ziemlich genau — bezüglich — in die Richtung der Leitstrahlen von *Cu*, *Zn*, *Ga*, *Ge*, *As*, *Se* fallen." Auf die weiteren Berechnungen kann hier nicht eingegangen werden. Es sei nur noch erwähnt, dafs die Ergebnisse trotz mehrfacher Abweichungen immerhin genügend mit dem periodischen Systeme übereinstimmen, um die geistreichen Spekulationen des Herrn Verfassers als des Interesses aller Chemiker und Physiker würdig erscheinen zu lassen. *J. Sch.*

3. Geschichte.

Philipp Reis. Am 23. Januar dieses Jahres fand in dem Hörsaal des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. eine Versammlung von Vertretern der dortigen wissenschaftlichen Vereine und Institute, der Postverwaltung und Schülern von Reis statt, in der beschlossen wurde, dem Erfinder des Telephons, dem im Leben namentlich von wissenschaftlicher Seite die gebührende Anerkennung versagt blieb, ein Denkmal zu Frankfurt zu errichten. Der Vorsitzende des Physikalischen Vereins, Professor Dr. Petersen, entwarf in seiner einleitenden Ansprache nach der *E. T. Z.* (*XIX 99: 1898*) folgendes Lebensbild von Reis:

„Philipp Reis wurde am 17. Januar 1834 zu Gelnhausen geboren, wo sein Vater das Bäckerhandwerk und daneben auch Landwirtschaft betrieb. Leider verlor er seinen Vater schon, als er noch nicht zehn Jahre alt war. Schon frühzeitig wurde seine Umgebung auf die reiche Begabung des Knaben aufmerksam. Nachdem er bis 1845 die Bürgerschule seiner Vaterstadt besucht hatte, kam er nach dem rühmlich bekannten Friedrichsdorfer Knaben-Institut und blieb dort bis 1848. Dann kam er noch auf zwei Jahre in das Hasselsche Institut in Frankfurt a. M. Dort erhielt er die erste Anregung zur Beschäftigung mit Mathematik

und Naturwissenschaften. Auf Veranlassung seines Vormundes trat er 1850 in das J. F. Beyerbachsche Farbwarengeschäft als Lehrling ein. In seiner freien Zeit besuchte er die Handelsschule und hier machte er die Bekanntschaft von Professor Böttger, der lange Jahre hindurch als Docent am Physikalischen Verein gewirkt hat. Die Anregung, die Reis von ihm erhielt, wurde Veranlassung, dafs er nach Beendigung seiner kaufmännischen Lehrzeit beschlofs, kein Kaufmann zu bleiben, sondern sich dem Berufe eines Lehrers zuzuwenden. Er ging einige Zeit in das Institut des Dr. Poppe und machte nun auch nähere Bekanntschaft mit dem physikalischen Verein. Nachdem er 1855 sein Dienstjahr absolviert hatte, setzte er zunächst seine Studien in Frankfurt und hauptsächlich am Physikalischen Verein fort, wo er mit Professor Böttger in steter Berührung blieb. Sein Plan, später nach Heidelberg zu gehen und dort sein Studium zu vollenden, kam jedoch nicht zur Ausführung. Bei einem gelegentlichen Besuche in Friedrichsdorf veranlafste ihn Hofrat Garnier, sofort als Lehrer in das dortige Institut einzutreten. Er blieb dort von 1858 bis 1874. Ein Jahr nach seiner Anstellung verheiratete er sich. Seine Erfindung des Telephons fällt in das Jahr 1860, und die ersten Vorträge darüber hielt er am 26. Oktober und 16. November 1861 im Physikalischen Verein, in dessen Jahresbericht sich Mitteilungen darüber finden. Die Telephonapparate wurden später von dem Mechaniker Albert fabriziert und in den Handel gebracht. Solche Apparate kamen auch nach Amerika und führten dort zu einer Nacherfindung[1]). Reis ist am 14. Januar 1874 gestorben."

Darauf erörterte Herr Eugen Hartmann die Frage, ob Reis wirklich der Erfinder des Telephons sei; er gab einen wertvollen geschichtlichen Überblick über die Untersuchungen und Entdeckungen, die allmählich zur Schaffung des elektrischen Telephons führten, und stellte fest, dafs Philipp Reis 1861 in seinen Vorträgen im Physikalischen Verein zum ersten Male Töne und Sprache elektrisch übertragen habe. Man weifs aber, dafs Reis bereits ein Jahr früher im Garnierschen Institut zu Friedrichsdorf die Versuche ausgeführt hat. Begonnen hat er seine Versuche aber nicht erst 1860, sondern, wie er in seinem Vortrage sagte, bereits 1852. Reis ging bei seinen Versuchen von der Mechanik des menschlichen Ohres aus. Sein erster Geber war dem Bau des menschlichen Ohres nachgebildet, in dem Modell findet man Trommelfell und Gehörknöchelchen genau wieder. Die Verschiebungen der den Gehörknöchelchen entsprechenden Teile bedingten Veränderungen und vielleicht auch Unterbrechungen des Stromes, die in dem Empfänger in den durch Resonanz verstärkten Schwingungen einer Platte in ähnlicher Weise sich bemerkbar machten, wie die Töne und Geräusche, die die Schwingungen hervorgebracht hatten. Reis arbeitete mit Hülfe des alten Mechanikers Fritz an der weiteren Vervollkommnung seines Apparates und kam schliefslich in der siebenten und achten Form, die er ihm gab, zu dem sogenannten Hochstiftmodell, das er in den Vorträgen im Physikalischen Verein und am 8. Mai 1862 im Hochstift benutzte. Die Ergebnisse entsprachen den Erwartungen; Musik sowohl, wie die Laute der menschlichen Sprache wurden auf gröfsere Entfernungen vernehmlich übertragen. Die Meinungen seiner damaligen Zuhörer sind geteilt. Viele wollen deutlich gehört haben, was gesungen und gesprochen wurde. Andere geben an, sie hätten nur undeutliche Laute gehört. Die Versuche von Reis hatten erwiesen, dafs bei der galvanischen Musik der entstehende Ton nicht der Longitudinalton des magnetisierten Stabes ist, sondern von der Eigenart der erzeugenden Schwingungen abhängt. Man sollte glauben, dafs die Physiker der damaligen Zeit der neuen Erfindung mit der lebhaftesten Teilnahme entgegengekommen seien. Das war jedoch keineswegs der Fall. Als Reis nach seinen Vorträgen im Physikalischen Verein und im Hochstift die Aufnahme eines Berichts über seine Erfindung in *Poggendorffs Annalen* wünschte, wurde ihm das Manuskript zurückgeschickt, weil die Möglichkeit einer elektrischen Lautübertragung unglaubhaft erscheine. Das hat Reis so schwer gekränkt, dafs er mit der ganzen Sache nichts mehr zu thun haben wollte.

Der Geheime Sanitätsrat Prof. Dr. Schmidt-Metzler, der einem der Vorträge des Jahres

[1]) Vgl. diese Zeitschr. *VIII 321.*

1861 beigewohnt hatte, teilte mit, dafs die zwischen dem Gebäude des Physikalischen Vereins und dem benachbarten Senckenbergschen Gebäude hergestellte Verbindung die von dem damaligen Spitalmeister Reichardt gemachte Musik auf Violine und Flöte mit aller Genauigkeit übertragen habe, mit dem gesprochenen Wort „Frankfurt" hingegen sei das nicht in dem gleichen Mafse der Fall gewesen. *H. H.-M.*

---

5. Technik und mechanische Praxis.

Funkentelegraphie. In der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins zu Berlin hielt am 22. Februar d. J. Herr K. Strecker einen Vortrag über Marconische Funkentelegraphie mittels des Hughesschen Typendruckers (*E. T. Z. XIX 185*). Es gelang ihm, nur mit der Geschwindigkeit eines mittelmäfsigen Morsebetriebs Zeichen zu übermitteln. Dieser Versuch ist also für die Technik ohne Bedeutung, er zeigt aber, da der Hughesapparat eine grofse Genauigkeit der Funkengebung und der Aufnahme der Funkenwirkungen erfordert, mit welcher Genauigkeit man bereits mit den Funken arbeiten kann und mit welchen Apparaten man diese Wirkungen erzielen kann. Der gebende Apparat war in 13 m Entfernung von dem empfangenden aufgestellt. (Fig. 1.) Der Geber schickte seine Stromstöfse nicht in die Leitung hinein, sondern in einen Ortsstromkreis, der ein Relais enthielt, dessen Anker den primären Stromkreis des Funkeninduktors schlofs. Letzterer gab ganz kleine Funken;

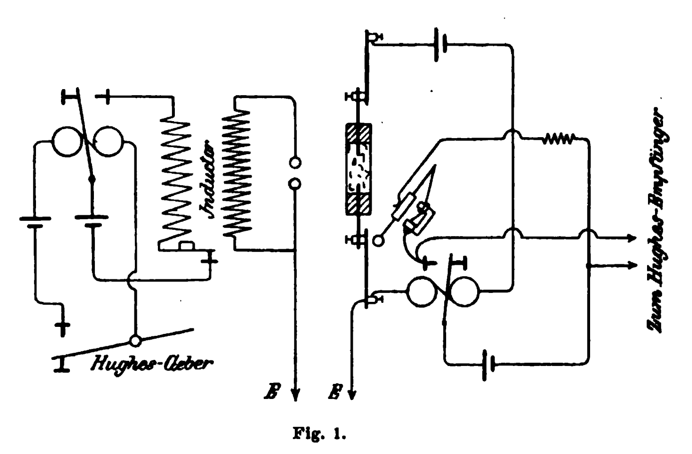


Fig. 1.

an den Kugeln der Funkenstrecke waren zwei seitliche Drähte angesetzt, um die Dämpfung der Schwingungen etwas zu verringern. Der eine Pol der Funkenstrecke lag an Erde. Auf der Empfängerseite war die Erdleitung an eins der beiden Aluminiumbleche angelegt, zwischen denen der Fritter befestigt war. Der Fritter, ein Glasröhrchen von 7 mm lichter Weite, 10 cm Länge, locker mit groben Rotgufsdrehspänen gefüllt und mit zwei Korkstopfen verschlossen, durch die je ein 1,5 mm starker Bronzedraht in die Späne ragte, war in einen Ortskreis geschaltet, der ein Relais und eine Stromquelle enthielt, so dafs jedesmal, wenn eine Welle ankam und das Röhrchen leitend machte, die Batterie des Ortskreises das Relais erregte. Das Relais schlofs seine Stromkreise und diese bewirkten erstens, dafs in den Hughes-Empfänger ein Stromstofs geschickt wurde, und zweitens,

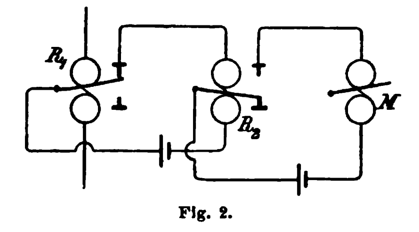


Fig. 2.

dafs von dem Klöppel eines Weckers gegen das eine Aluminiumblech (auf eine Korkscheibe) ein leichter Schlag ausgeführt wurde. Dann ging das Relais zurück und war bereit, ein neues Zeichen zu geben.

Herr K. Strecker zeigte in demselben Vortrage auch eine Morseschaltung für Funkentelegraphie, durch die die Schrift wesentlich verbessert wird. Durch eine einfache Anordnung, die einer Delanyschen Schaltung entnommen ist, gelang es, fast so schnell wie auf einer oberirdischen Leitung Zeichen zu geben und ganz kurze Punkte und Striche zu erhalten. Das Relais, das mit dem Fritter zusammen im Stromkreise lag, arbeitete nicht unmittelbar auf den empfangenden Morseapparat, es war vielmehr noch ein Ruhestromkreis dazwischen geschoben. (Fig. 2.) Solange der Anker des ersten Relais R_1 nicht angezogen

war, schlofs er einen Ruhestromkreis, und dieser letztere enthielt seinerseits wieder ein Relais R_2, das dem Morseapparat M den Strom weitergab.

Herr H. Rupp (*E. T. Z. XIX 237*) hat bei der Wellentelegraphie den Klopfer entbehrlich gemacht, indem er den Fritter während der Dauer der Zeichengebung durch den laufenden Papierstreifen des Morseapparates in drehende Bewegung setzt. Die Röhre, deren Zuführungsdrähte als Drehachse dienen, ist drehbar gelagert. Die Stromzuführung erfolgt mittels kleiner Kupferfedern, die auf den Zuleitungsröhren schleifen. Über die Röhre ist eine Hartgummirolle geschoben, die zwischen ihren etwas vorstehenden Rändern den Papierstreifen aufnimmt. (Fig. 3.) Die Papierrolle des Farbschreibers wird dabei durch eine leicht anliegende Messingfeder schwach gebremst, um eine gleichmäfsige Spannung des Papierstreifens und damit eine gleichmäfsige Drehung der Röhre zu erzielen. Die Schaltung eines solchen Empfängers ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Im Stromkreis der Röhre F befindet sich aufser der Stromquelle E der Vorschaltwiderstand W_1 und das Relais R. Im Ortskreis kann mit Hülfe des Umschalters U entweder die Anrufglocke L oder der Morseapparat M mit dem jeweilig entsprechenden Vorschaltwiderstand W_2 oder W_3 an die Batterie B gelegt werden. W_4 ist ein Widerstand, der verhindert, dafs Funken am Relais auftreten. Der Anruf der Empfangsstation erfolgt bei ruhender Röhre. Die Anrufglocke läutet solange fort, bis auf den Morseapparat umgestöpselt und der Papierstreifen in Bewegung gesetzt wird.

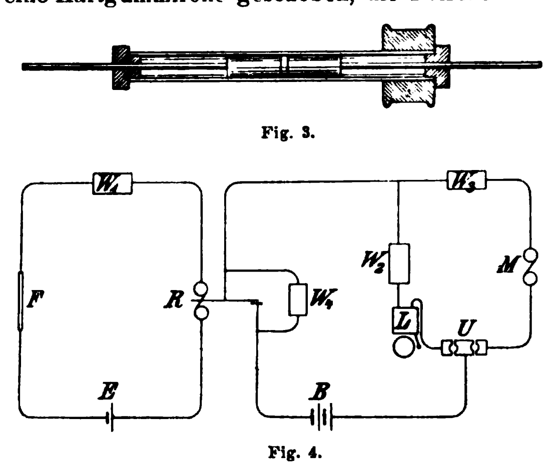


Fig. 3.

Fig. 4.

Branly (*Compt. rend. CXXV 939, 1897. Zeitschr. f. Instr. XVIII 60, 1898*) hat durch neuere Versuche einen Empfänger gefunden, der den Marconischen bedeutend übertreffen soll. Er besteht aus einer Ebonitkammer, in die zwischen zwei Metallelektroden das Metallfeilicht in einer Dicke von 1 bis 2 mm gefüllt ist. Die eine Elektrode ist fest; die andere kann durch eine Schraube mehr oder weniger gegen das Feilicht gedrückt werden. Aus Element, Galvanometer und Empfänger wird ein Stromkreis gebildet und das Feilicht mit der Schraube so lange zusammengedrückt, bis das Galvanometer einen schwachen Ausschlag zeigt; schlägt man alsdann leicht gegen Empfänger, so geht das Galvanometer auf Null zurück und der Apparat ist gebrauchsfertig. Das als Feilicht benutzte Metall, Aluminium oder Aluminiumbronze, war fein gesiebt worden. Weiter hat Branly gefunden, dafs das Metallfeilicht seine Eigenschaften auch behält, wenn man es in ein isolierendes Material einschmilzt. Er stellte aus einer derartigen Mischung kleine Scheibchen von 1 mm Dicke und 2 bis 3 mm Durchmesser her und benutzte sie in genau derselben Weise wie früher das reine Feilicht.

Das englische Kriegsamt hat jetzt die erste Betriebsanlage für Telegraphie ohne fortlaufenden Draht, aber nicht nach dem System Marconi, sondern nach dem von Preece ausgeführt. (*E. T. Z. XIX 238.*) Die Anlage dient zum telegraphischen Verkehr zwischen dem Fort Laverwock und dem 6 km entfernten Fort auf der Insel Flat Holm. Am Fort Laverwock ist eine etwa 1200 m lange starke Kupferleitung auf Stangen verlegt und beiderseits mit Erdplatten, die in der See liegen, verbunden. Parallel zu derselben ist auf der Insel eine ähnliche 800 m lange Leitung angebracht. Die Frequenz der Stromstöfse in der Sekunde ist etwa 250, so dafs der im Empfängertelephon gehörte Ton ungefähr dem mittleren c entspricht; als Stromquelle dienen 10 Trockenelemente, deren Strom mit Hülfe eines kleinen Motors, der 3000 U. p. M. macht, unterbrochen wird. *H. H.-M.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Elektricität. Von Dr. Gustav Albrecht. Mit 38 Abbildungen. Heilbronn a. N., Schröder & Co., 1897. 167 S. Geb. M. 2.

Das Büchlein ist für den grossen Kreis der Gebildeten bestimmt, die sich mit den Fortschritten der Elektricitätslehre und ihrem heutigen Standpunkt bis zu einem gewissen Grade bekannt machen müssen oder wollen. Der Stoff ist gut ausgewählt, aber eigenartig angeordnet: magnetische Erscheinungen, elektrische Ströme und ihre Wechselwirkungen mit Magneten, Gesetz des elektrischen Stromes, Beziehungen zwischen elektrischen Strömen und chemischen Erscheinungen, elektrostatische Kräfte und ihr Grundgesetz, Verhalten der Körper im elektrostatischen Felde, praktische Anwendungen der elektrischen Erscheinungen und ihre Beziehungen zu Licht und Wärme. Der Übergang von den magnetischen zu den elektrischen Erscheinungen wird durch die Untersuchung bewegter Metallmassen in magnetischen Feldern und der Dämpfung magnetischer Schwingungen gewonnen. Dieser Weg, bei dem die Lehre von der Elektricität mit der magnetelektrischen Induktion begonnen wird, ist in der Schule, für die das Buch allerdings nicht geschrieben ist, in der vorliegenden Ausführung nicht gangbar. Über die magnetischen Induktionslinien äufsert sich der Verfasser u. A. auf S. 21 mit den Worten: „In einem durchaus gleichförmigen Körper können wir ... die Lichtstrahlen nicht wahrnehmen ... Gleichwohl sind wir überzeugt, dafs sie im Raume vorhanden sind, auch wenn wir sie nicht sehen können. In ähnlicher Weise dürfen wir mit gröfster Wahrscheinlichkeit auch die Induktionslinien als etwas wirklich Bestehendes betrachten, nämlich als Linien, längs deren die magnetische Kraft in allen Körpern wirksam ist. Doch ist ihr Wesen von dem der Lichtstrahlen ganz unzweifelhaft verschieden, und ebenso müssen wir uns nach dem jetzigen Stande der Forschung streng davor hüten, ihnen eine Art körperlichen Daseins zu verleihen, indem wir ihnen Kräfte zuschreiben, welche sie selbst auf einander ausüben können. Sie stofsen sich also z. B. gerade so wenig ab wie die Lichtstrahlen, welche von einem leuchtenden Punkte ausgehen." Vergleicht man hiermit die Ausführungen Machs in dieser Zeitschrift (*XI 3*), so erkennt man sofort, dafs der Verfasser die Schwierigkeiten, die hier vorliegen, nicht völlig überwunden hat. Das Büchlein ist im übrigen gewandt, klar und mit grofser Sachkenntnis geschrieben und kann den Schülern der oberen Klassen zur Privatlektüre warm empfohlen werden. *Hahn-Machenheimer.*

Vollständiger Abrifs der anorganischen Chemie. Von Dr. Vincenz Wachter. Hamburg und Leipzig, Leopold Voss, 1897. VIII und 164 S. M. 2,—.

Die vorliegende Schrift ist in erster Linie für Studierende, welche sich auf eine Prüfung in der anorganischen Chemie vorbereiten, bestimmt, um diesen eine möglichst gedrängte und einheitliche Übersicht über den gesamten Stoff zu geben. In zweiter Linie soll sie auch für Real- und Fachschulen brauchbar sein, deren Schülern sie zwar nicht das Lehrbuch, aber doch das Nachschreiben während des Vortrages des Lehrers ersparen soll. Der Stoff wird in allgemeine und spezielle Chemie eingeteilt. Für die letztere ist, wie billig, das periodische System zu grunde gelegt. Demgemäfs werden die Elemente gruppenweise besprochen; nur *H* und *O* werden für sich allein schon vorher behandelt, ebenso wie später das Bor von der Gruppe der Erdmetalle, in die es nach dem Systeme gehört, wegen seines vielfach abweichenden Verhaltens getrennt wird. Helium und Argon folgen am Schlusse in einem kurzen Anhang. Für jedes Element werden Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften, Verbindungen, Nachweis u. s. w. in tabellarischer Kürze, aber recht vollständig und unter Berücksichtigung der neueren Forschungen angegeben. Auch die seltenen Elemente sind eingehender als in anderen Büchern von gleicher Bestimmung behandelt. Daher dürfte sich der spezielle Teil zur Repetition und zum Nachschlagen als recht geeignet erweisen. Weniger hingegen ist der allgemeine Teil gelungen. Die kurzen Einzelabschnitte, aus denen er besteht, sind oft ziemlich willkürlich aneinandergereiht. Zwischen Erwiesenem und Hypothetischem wird ferner nicht unterschieden. So werden gleich zu Anfang die Begriffe Atom und Molekel definiert, wie wenn dies durch die Erfahrung gegebene Dinge wären. Erst später folgen die stöchiometrischen Gesetze, und zwar werden dieselben so ausgesprochen, als ob man die Atomgewichte früher als die Verbindungsgewichte und unabhängig von diesen bestimmt hätte. Der theoretisch so wichtige Begriff der Allotropie ist in den allgemeinen Teil nicht aufgenommen worden, wohl aber Erläuterungen über das Filtrieren, Auflösen, Destillieren u. s. w., und zwischen diesen findet sich sogar eine Beschreibung des Bunsenschen Brenners. Ein besonderes Kapitel ist den morphologischen Eigenschaften und daran anschliessend den Begriffen Härte, Volumgewicht, Elektrizität u. s. w. gewidmet. Hier finden sich aber Definitionen, die besser fortgeblieben wären, wie „Elektrizität ist die Anziehung leichter Körperchen" und „Magnetismus ist die Anziehung einer Magnetnadel". Wenn daher Verf. sagt, sein Werk erscheine als „ein vollstän-

diger, auf der Höhe der Zeit stehender Abrifs der anorganischen Chemie", so kann dies, wenigstens für den allgemeinen Teil, nicht zugegeben werden. *J. Schiff.*

Plattners Probierkunst mit dem Lötrohre. 6. Aufl. bearbeitet von F. Kolbeck, Prof. a. d. Bergakademie zu Freiberg. Mit 72 Abbild. Leipzig, J. A. Barth 1897. XVI u. 488 S. M. 10, geb. M. 11.

Die vielseitige Verwendbarkeit des Lötrohrs, besonders für Mineralien und Hüttenprodukte, hat im Laufe der Zeit zu einer weitgehenden Ausbildung der Methoden der Lötrohruntersuchung geführt. So bedeutend in den letzten Dezennien die übrigen analytischen Methoden zumal durch die Elektrochemie erweitert und vervollkommnet worden sind: die altehrwürdige Lötrohruntersuchung hat die Zeiten überdauert und sich ihren Platz bewahrt. Das vorliegende Handbuch, dessen 4. und 5. Auflage von Bergrat Richter bearbeitet und zeitgemäfs fortgeführt worden ist, kann als eine erschöpfende Zusammenfassung der besten Methoden bezeichnet werden und ist als solche in Fachkreisen seit langem anerkannt. Indessen verdienen die Lötrohrversuche gerade wegen ihrer Einfachheit ein nicht unbedeutendes didaktisches Interesse. Besonders erweisen sie sich für Schülerübungen vorzüglich geeignet und könnten auch in den praktischen Laboratoriumsarbeiten eine ausgedehntere Verwendung finden. In diesem Sinne möge die vorliegende Probierkunst zur Anschaffung mindestens seitens der Gymnasialbibliothek warm empfohlen werden. *O. Ohmann.*

Leitfaden der Chemie bes. zum Gebrauch an landwirtschaftlichen Lehranstalten, von Dr. H. Baumhauer, Prof. a. d. Univ. zu Freiburg i. d. Schweiz. Erster Teil, anorganische Chemie. 3. Aufl. Mit 32 Abbild. Freiburg, Hader, 1897. 150 S. M. 1,50, geb. M. 1,85.

Der Unterrichtsstoff wird, im ganzen systematisch, nach den natürlichen Gruppen der Elemente abgehandelt, wobei besondere Rücksicht auf die Bedeutung der einzelnen chemischen Verbindungen für die Pflanzen und Tiere genommen ist. So ist z. B. gelegentlich des Ammoniaks auch die Aufnahme freien Stickstoffs durch die Leguminosen eingehend erörtert. Hierdurch eignet sich das Buch besonders für den Gebrauch an landwirtschaftlichen Fachschulen; doch sind auch viele der physiologischen Bemerkungen sehr gut dem Unterricht anderer, allgemeinere Ziele verfolgenden Anstalten einzuflechten, so dafs der Leitfaden allgemeinerer Beachtung empfohlen sei. Als chlornatriumreicher Stoff des Körpers konnte aufser dem Speichel, Magensaft u. s. w. (S. 89) besonders auch der Schweifs genannt werden. Als Titelbild einen nicht absolut ungefährlichen Versuch (das Aufsteigen von Natriumstücken in einen umgekehrten wassererfüllten Fufscylinder) zu wählen, erscheint nicht gerade zweckmäfsig. Da die sonstigen Vorzüge bereits früher in dieser Ztschr. (*VIII 285*) gewürdigt worden sind, so mögen diese Hinweise genügen. *O. Ohmann.*

Das chemische Praktikum. Ein kurzer Leitfaden für Schule und Selbstunterricht. Von Dr. E. Dennert. Godesberg, G. Schlosser 1897. 45 S.

Das Schriftchen soll ein Leitfaden sowohl für die praktischen Schülerübungen, die der Verfasser mit Recht schon für Untersekunda fordert, wie auch für das häusliche Arbeiten der Schüler sein. Es sind demgemäfs in einem „1. Jahreskurs" propädeutische Versuche einfachster Art — z. B. über die Eigenschaften der Metalle, Veränderungen beim Erhitzen, über Wasserstoff, Sulfide, Halogene, Hydroxyde, Salze — aufgeführt, und zwar in kürzester Imperativform ohne weitere Angaben. Im zweiten Abschnitt „Vorbereitung für die qual. Analyse" werden besonders die Salze in ihren wichtigsten Reaktionen behandelt. Der dritte und vierte Abschnitt (S. 29—45) enthält Versuche über die qualitative Analyse sowie die Darstellung einiger Präparate und giebt in kurzgefafsten Tabellen die entsprechenden Anweisungen. Bei der Zusammenstellung der Versuchsreihen ist der Verfasser den Arendtschen Lehrbüchern, die er für die besten hält, gefolgt. Wenig zweckmäfsig ist es, ganz im Anfang (Vs. 5) schon die Verzinnung einer Münze unter Heranziehung von Weinstein vorzunehmen; auch die Versuche mit den Boraxperlen erscheinen etwas zu früh. Das Büchlein, das ähnliche Wege und Ziele verfolgt, wie der Leitfaden von Dannemann (vgl. die Zschr. *VIII 177*, *232*, *325*), sei der Beachtung empfohlen. *O. Ohmann.*

Programm-Abhandlungen.

Chemischer Unterrichtsstoff in Untersekunda. Von Oberlehrer Dr. R. Loosch. *Kgl. G. zu Inowrazlaw. 1897. Pr.-No. 161.*

Bei den eigentümlichen Schwierigkeiten, die mit dem Wesen des chemischen Lehrstoffes verknüpft sind, wird neuerdings mit Recht gefordert, dafs besonders auf den chemischen Anfangsunterricht die weitgehendste Sorgfalt, sowohl hinsichtlich des logischen Aufbaues der Grundbegriffe wie der Auswahl des Stoffes und der Versuche, zu verwenden sei. Solchen strengeren Forderungen gegenüber läfst die vorliegende Stoffzusammenstellung im Stich. Es ist auch über Gesichtspunkte

der Abfassung nichts gesagt — übrigens ebensowenig über die benutzten Quellen —, so dafs nicht zu erkennen ist, ob die Arbeit ein für Fachkollegen bestimmter Versuch oder für die Hand der Schüler sein soll, für die sie allerdings wenig geeignet wäre. So wird gleich im ersten Abschnitt „Allgemeines“ (ca. 2 Oktavseiten) der Atom- und Molekülbegriff aufgestellt (übrigens ist immer zu lesen „das Molekel“, abgeleitet von einem Wort „moleculum“ — S. 4), jedoch der hypothetische Charakter gar nicht berührt, vielmehr Sätze wie „Die Atome aller Körper sind von gleicher Form und Gröfse“, „Jedes Element besteht aus Molekeln mit 2 gleichartigen Atomen“, ohne Begründung oder Einschränkung aufgeführt. In dem nächsten Abschnitt „Nichtmetalle“ wird, wenig zweckmäfsig, mit dem Element Kohlenstoff begonnen und sogleich die Kohlenstoffoxyde, Leuchtgas und die ganze Verbrennung angeschlossen. Es folgt dann, ohne dafs ein Zusammenhang ersichtlich ist, eine Begriffsaufstellung für Säuren, Basen — obgleich ein Metall noch nicht durchgenommen ist —, Hydrate u. s. w. Auf die mancherlei Ungenauigkeiten (so heifst es S. 13 „Die Basen heifsen auch Alkalien“, S. 23 wird der vom Krystallwasser befreite Gips mit dem „totgebrannten Gips“ identifiziert) kann nicht weiter eingegangen werden. Besser gelungen sind die Beschreibungen der Metalle und die eingestreuten technischen Hinweise und Bemerkungen. *O. Ohmann.*

Mitteilungen aus Werkstätten.

Barometrische Pneumatic-Pumpe Albán.

Von Ferdinand Ernecke in Berlin.

Dieses Instrument, erfunden von dem kolumbianischen Generalkonsul Carlos Albán zu Hamburg, ist ein Gefäfsbarometer, angebracht auf einem Gestell T von 1 m 50 cm Länge und 10 cm Breite. Man kann dasselbe mittelst einer Schraubzwinge derart an den Rand eines Tisches (Fig. 1) befestigen, dafs es sich beliebig in vertikale oder horizontale Lage bringen läfst. Das Gefäfs, oder der untere Teil des Barometers, ist ein Behälter E mit zwei Seitenöffnungen und einer unteren Öffnung, um nötigenfalls das Quecksilber ablassen zu können. Durch eine der Seitenöffnungen dringt die Luft frei ein, und durch die andere führt eine 0,8 m lange Röhre bis auf den Grund des Behälters.

Der obere Teil der Barometerröhre erweitert sich in der Form einer Blase A (Fig. 2), die mit einem Hahn S versehen ist, um die aufgesammelte Luft austreten zu lassen. Ein zweiter Hahn R dient dazu, das Zurückströmen der Luft in den Rezipienten zu verhindern. Dieser Rezipient ist mit dem Apparat durch eine Kautschukröhre verbunden.

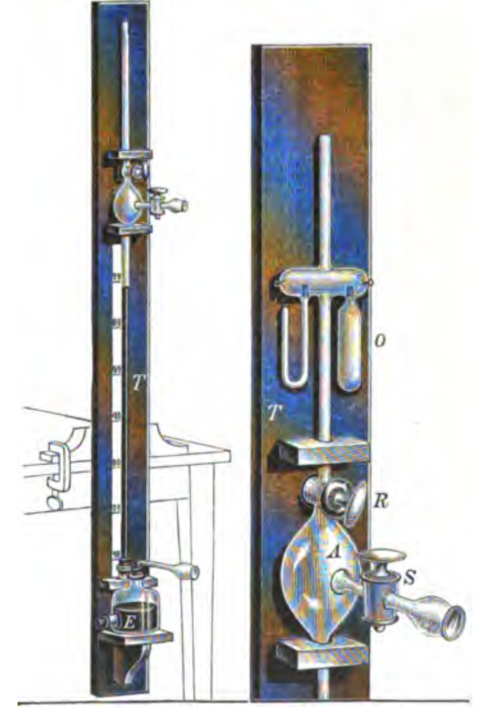


Fig. 1. Fig. 2.

Man füllt chemisch reines Quecksilber in den Behälter E und bringt den Apparat in die horizontale Lage. Nachdem man den Hahn S geöffnet hat, dringt das Quecksilber in den Raum A ein und füllt ihn an. Dann schliefst man den Hahn S, dreht den Apparat in die vertikale Lage, und öffnet den Hahn R. Es ist dadurch schon eine bedeutende Luftverdünnung eingetreten. Wenn man diese Operation drei- oder viermal wiederholt, so erzielt man eine Verminderung des Luftdruckes auf 1 mm in dem Rezipienten, sofern dessen Inhalt nicht gröfser ist als der des Raumes A.

Der Apparat ist ferner ein Barometer, dessen Säule man durch ein verschiebbares Lineal oder eine Skala messen kann.

Aufserdem befindet sich an dem Apparat ein Manometer, um den Grad der Luftverdünnung zu messen; ein Röhrchen mit zwei Platin-Elektroden, um elektrische Entladungen vorzunehmen, und ein Gefäfs O, um die Luft vermittelst Phosphorsäure zu trocknen.

Himmelserscheinungen im Juni und Juli 1898.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

	Juni						Juli						
Monatstag	4	9	14	19	24	29	4	9	14	19	24	29	
Heliocentrische Längen.	322°	342	5	32	62	93	123	150	172	192	209	224	☿
	142	150	158	166	174	182	190	198	206	214	222	230	♀
	254	259	263	268	273	278	282	287	292	297	302	306	♁
	356	359	2	5	9	12	15	18	21	24	27	30	♂
	191	191	191	192	192	193	193	193	194	194	194	195	♃
	249	249	249	250	250	250	250	250	250	251	251	251	♄
Aufst. Knoten.	290	289	289	289	289	288	288	288	288	287	287	287	☾
Mittl. Länge.	254	319	25	91	157	223	289	355	61	126	182	258	☾
Geocentrische Rektascensionen.	250	327	27	91	152	212	292	0	62	126	183	253	☾
	49	56	64	74	85	97	109	120	130	139	147	153	☿
	102	109	115	122	128	134	140	146	151	157	162	168	♀
	72	78	83	88	93	98	104	109	114	119	124	129	☉
	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62	65	♂
	181	181	181	182	182	182	183	183	184	184	185	186	♃
	247	247	246	246	246	245	245	245	245	244	244	244	♄
Geocentrische Deklinationen.	— 25	— 10	+ 17	+ 25	+ 8	— 18	— 22	+ 6	+ 25	+ 18	— 7	— 25	☾
	+ 15	+ 17	+ 20	+ 22	+ 24	+ 24	+ 24	+ 22	+ 20	+ 17	+ 14	+ 11	☿
	+ 25	+ 24	+ 23	+ 22	+ 21	+ 19	+ 17	+ 15	+ 13	+ 11	+ 9	+ 6	♀
	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 22	+ 22	+ 21	+ 20	+ 19	☉
	+ 10	+ 11	+ 12	+ 14	+ 15	+ 16	+ 17	+ 18	+ 19	+ 20	+ 20	+ 21	♂
	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 0	+ 0	— 0	— 0	— 1	— 1	— 1	♃
	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	— 20	♄
Aufgang.	$15^h 42^m$	15.40	15.39	15.39	15.40	15.43	15.46	15.51	15.57	16.4	16.11	16.18	☉
	$8^h 48^m$	11.39	12.58	16.28	22.20	3.35	8.58	10.30	12.34	17.46	23.55	5.12	☾
Untergang.	$8^h 14^m$	8.18	8.21	8.24	8.24	8.24	8.22	8.19	8.15	8.9	8.2	7.55	☉
	$15^h 54^m$	22.57	4.0	8.55	10.41	12.7	17.36	24.33	5.16	8.18	9.30	12.17	☾
Zeitglchg.	— 1m 56s	— 1.1	— 0.1	+ 1.5	+ 2.10	+ 3.12	+ 4.9	+ 4.57	+ 5.36	+ 6.3	+ 6.16	+ 6.14	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Juni 4	3^h	11^m	Vollmond		Juli 3	3^h		Mond in Erdnähe
4	17		Mond in Erdnähe		3	10	12^m	Vollmond mit Mondfinsternis
10	19	4	Letztes Viertel		10	5	43	Letztes Viertel
18	17	19	Neumond		16	6		Mond in Erdferne
19	3		Mond in Erdferne		18	8	47	Neumond mit Sonnenfinsternis
26	17	54	Erstes Viertel		26	2	40	Erstes Viertel
					31	12		Mond in Erdnähe

		☿	♀	♂	♃	♄	
Aufgang der Planeten.	Juni 15	$14^h 50^m$	17.52	13.30	0.22	6.36	Ortszeit in der Breite von 52½°.
	Juli 16	17.26	19.27	12.15	22.37	4.26	
Untergang der Planeten.	Juni 15	6.50	10.30	3.52	12.35	15.2	
	Juli 16	9.10	9.49	3.59	10.39	12.53	

Constellationen. Juni 3 20^h ♄ ☌ ☾; 14 13^h ♂ ☌ ☾; 17 11^h ☿ ☌ ☾; 20 23^h ☉ im Krebszeichen, Sommer-Sonnenwende; 21 17^h ♀ ☌ ☾; 22 9^h ♃ □ ☉; 26 6^h ☿ im Perihel; 26 16^h ♃ ☌ ☾; 27 1^h ♃ im Aphel; 29 21^h ☿ obere ☌ ☉, wird Abendstern. — Juli 1 4^h ♄ ☌ ☾; 2 3^h ♁ im Aphel; 3 partiale ☾-Finsternis von 0,934 des Durchmessers: Anfang $8^h 25^m$, 6, Mitte $9^h 57^m$, 1, Ende $11^h 28^m$, 6, Anfang bei uns noch nicht sichtbar; 13 10^h ♂ ☌ ☾; 18 9^h ringförmige ☉-Finsternis, in Europa unsichtbar; 20 8^h ☿ ☌ ☾; 22 0^h ♀ ☌ ☾; 24 4^h ♃ ☌ ☾; 26 23^h ☿ ☌ Regulus, Abstand < 1′; 28 11^h ♄ ☌ ☾.

Jupitermonde. Juni: 4 $9^h 8^m$ I. A; 11 $11^h 3^m$ I. A; 14 $9^h 4^m$ III. A; 15 $9^h 39^m$ II. A; 21 $10^h 41^m$ III. E; 22 $9^h 51^m$ II. E; 27 $9^h 21^m$ I. A. — Juli 4 $11^h 16^m$ I. A; 17 $9^h 20^m$ II. A; 20 $9^h 34^m$ I. A.

Partiale Mondfinsternis 1898 Juli 3.

Eintritt der Mondscheibe in den Kernschatten $8^h 25^m$, 6 M.E.Z.
Mitte der Finsternis, 0,934 des ☾-Durchmessers bedeckt, $9^h 57^m$, 1 M.E.Z.
Austritt der Mondscheibe aus dem Kernschatten $11^h 28^m$, 6 M.E.Z.

Die **ringförmige Sonnenfinsternis** vom 18. Juli wird in Europa unsichtbar sein.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima sind wegen der Nähe der Sonne nicht zu beobachten. Von den anderen Veränderlichen stehen β und *R Lyrae*. η *Aquilae* besonders günstig, von teleskopischen Veränderlichen z. B. Y *Cygni*.

Die **Sternschnuppen** der Juli-Periode (26.—27.) sind des Mondlichtes wegen abends nicht gut zu beobachten.

J. Plassmann, Warendorf.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. Viertes Heft. Juli 1898.

Über die Analogieen zwischen den elektrischen und den Wärme-Vorgängen.

Von
N. A. Hesehus, Professor am Technologischen Institut zu St. Petersburg.

1. Die Ähnlichkeit und die Verschiedenheit zwischen beiden Arten von Erscheinungen. W. Thomson (Lord Kelvin) lenkte schon im Jahre 1842 die Aufmerksamkeit auf die Ähnlichkeit zwischen den Formeln der Elektrostatik und der Wärmeleitung. Und bis heute benutzt man jede Gelegenheit, um bei der Darstellung der elektrischen Vorgänge die Ähnlichkeit zwischen einigen von ihnen und den entsprechenden Wärmevorgängen hervorzuheben. Die Durchführung der Analogie zwischen einer Reihe von Vorgängen, die man kennen lernen, erklären und mit geringster Arbeit des Gedächtnisses sich aneignen soll, und einer anderen Reihe von Vorgängen, die an und für sich einfacher, alltäglicher und jedem bekannter sind, ist gewifs erlaubt und nützlich. Es ist aber nötig, dafs eine solche Analogie bis zu Ende durchgeführt werde, damit nichts unklar oder wie absichtlich verschwiegen bleibt.

Eine solche Nichtzuendeführung der Darstellung elektrischer Vorgänge mit Hilfe analoger Wärme-Vorgänge ist unstreitig vorhanden.

Der Parallelismus zwischen dem elektrischen Potential und der Temperatur kann vollständig durchgeführt werden[1]). Ebenso glatt geht auch alles bei der Vergleichung einiger anderer Gröfsen und Vorgänge (Verteilung der Isopotentialen und Isothermen, die Elektrizitäts- und Wärmeleitung u. dgl.). Die erste Nichtübereinstimmung tritt aber schon bei zwei einfachen Begriffen: bei der elektrischen und bei der Wärmekapazität hervor. Die Definition dieser beiden Gröfsen ist die gleiche: es ist die Menge der Elektrizität (oder der Wärme), die notwendig ist zur Veränderung des Potentiales (oder der Temperatur) des Körpers um die Einheit (oder 1°). Die Bedeutung dieser Gröfsen und ihre Eigenschaften sind indessen ganz verschieden. Die Wärmekapazität hängt von der Art des Materials und der Masse des Körpers ab; dagegen ist die Elektrokapazität weder vom Material noch von der Masse abhängig, sondern nur von der Gröfse und der Form der Oberfläche des Körpers und von der Anwesenheit anderer Körper in der Nähe; für die Wärmekapazität hat dieser letztere Umstand gar keine Bedeutung. Ein solcher schroffer Unterschied zwischen den offenbar gleichartigen Gröfsen wird unwillkürlich als wesentlicher Unterschied zwischen den Ursachen der beiden Erscheinungsgruppen aufgefafst. Sofort erinnert man sich an den wesentlichen Unterschied zwischen der Wärme und der Elektrizität: die Wärme durchdringt den ganzen Körper, die Elektrizität aber befindet sich nur auf seiner Oberfläche. — In Wirklichkeit aber giebt es in dem gegebenen Falle keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Vorgängen; der Widerspruch ist nur

[1]) Vgl. auch Poske, d. Zeitschr. *III*, *161 u. 311*.

ein scheinbarer und erklärt sich einfach dadurch, daſs die Definitionen der Wärme und Elektrizität (als Quantitäten) unter sich unvergleichbar sind.

2. Die Definition der Quantität der Elektrizität. Um den erwähnten Widerspruch aufzuklären, wollen wir sehen, was man eigentlich unter der Quantität von Elektrizität versteht. Wir können über die Elektrisierung eines Körpers nur nach seinen äuſserlichen Wirkungen urteilen, nämlich nach den Veränderungen, die er in dem umgebenden Dielektrikum (z. B. Luft) hervorbringt oder, mit anderen Worten, durch das von ihm hervorgerufene elektrische Feld. Das Elektrometer, mit welchem das elektrische Feld untersucht wird, ist ein Differential-Apparat, denn es zeigt nur die Differenz zweier Potentiale an. Wenn alle seine Teile sich auf ein und demselben Potential befinden, so giebt es keine Anzeigen. Wenn wir uns vorstellen, daſs vor das Elektrometer, dessen Umhüllung mit der Erde verbunden ist, wobei ihr Potential gleich Null ist, in gleiche Entfernungen von ihm abwechselnd zwei elektrisierte sphärische Körper gebracht werden, welche die gleichen Anzeigen des Elektrometers hervorrufen, so nehmen wir an, daſs diese Körper eine gleiche Quantität von Elektrizität enthalten. Gleichzeitig von derselben Entfernung aus wirkend, rufen sie ein doppelt so groſses Potential hervor. Auf diese Weise können wir über die Quantität der Elektrizität nach dem Potential urteilen, welches sie in einer bestimmten Entfernung, z. B. in der Einheit der Entfernung, hervorruft. Wenn man aber denselben elektrisierten Körper in ein anderes Dielektrikum versetzt, so werden sich die Anzeigen des Elektrometers verändern. Man muſs also auch diesen Umstand berücksichtigen und einen besonderen Coefficienten einführen, der in dieser Beziehung das gegebene Dielektrikum charakterisiert. Wenn wir das Potential in der Entfernung Eins vom Mittelpunkt der elektrisierten Kugel durch u_1 bezeichnen, die Dielektrizitätsconstante durch k, so können wir annehmen, daſs das, was wir als Quantität der Elektrizität oder als elektrische Masse (m) bezeichnen, nichts anderes ist als eine Gröſse, die diesem Potential u_1 proportional ist. Wir können folglich annehmen, daſs $m = ku_1$ sei.

3. Elektro- und Wärmekapazität. Daraus ist ersichtlich, daſs, wenn wir als Quantität der Wärme eine Gröſse annähmen, welche proportional der Temperatur in der Entfernung Eins ist, und wenn wir $q = k' t_1$ setzten, so würde eine vollständige Übereinstimmung hergestellt sein. In der That würde die Wärmekapazität in diesem Falle nicht von der Art des Materials und der Masse des Körpers abhängen, da alle Körper, wenn nur ihre Oberflächen und die Temperaturen gleich sind, in derselben Entfernung in dem umgebenden Medium ein und dieselbe Temperatur hervorrufen; und wenn die Temperaturen der Körper sich um 1^0 erhöhen, so wird auch die Temperatur in der Einheit der Entfernung von ihnen sich in derselben Weise verändern. Hieraus würden wir auch schlieſsen, daſs die Wärmekapazitäten dieser Körper die gleichen sind. Es ist ebenfalls augenscheinlich, daſs ein und derselbe erwärmte Körper in verschiedenen Mitteln (Gasen, Flüssigkeiten) in der gleichen Entfernung ungleiche Temperaturen hervorrufen wird. Auſserdem ist es begreiflich, daſs die Gegenwart eines guten Leiters in der Nähe des Körpers eine andere Verteilung der Isothermenflächen hervorrufen wird und deshalb auch auf die äuſsere Temperatur, nach welcher wir über die Quantität der Wärme und der Wärmekapazität urteilen, wirken muſs.

4. Die Verteilung der Elektrizität nur auf der äuſseren Oberfläche. Die elektrischen Wirkungen und das Vorhandensein der Elektrizität überhaupt können sich nur durch Potentialdifferenzen bemerkbar machen. Wenn das Potential in einem

Raume, z. B. im Innern eines leitenden Körpers, constant ist, so werden wir in diesem Raum mit Hilfe eines Elektroskopes oder eines Probekügelchens keine Anzeigen erhalten. Die Apparate, die wir zur Untersuchung der Elektrizität benutzen, sind Differentialapparate. Das Probekügelchen, an die äufsere Oberfläche des elektrisierten Körpers angelegt, zeigt sich nur deshalb selbst elektrisiert, weil es sich im elektrischen Felde befindet und auf diese Weise, infolge der Influenz, zwei entgegengesetzte Ladungen erlangt und eine von ihnen dem Körper übergiebt. Wenn man aber das Probekügelchen in das Innere des Körpers einführt, wo das Potential constant ist, so ist es augenscheinlich, dafs nichts Ähnliches geschehen kann und dafs das herausgenommene Kügelchen keine elektrische Ladung zeigen wird. Dieser Versuch mit dem Probekügelchen zeigt uns also nur, dafs im Innern des Körpers das Potential wirklich constant sei und weiter nichts.

Wenn wir in der Lage wären, über die Menge der Wärme und über die Temperatur nur mit Hilfe einer Differential-Methode urteilen zu können, so würden wir, analog dem Vorhergehenden, durch den Versuch zu der Schlufsfolgerung gelangen, dafs die Wärme sich nur auf der äufseren Oberfläche verteilt, aber im Innern des Körpers nicht vorhanden sei. In der That, stellen wir uns vor, dafs wir ein kleines Differentialthermometer besitzen. Ein solches Thermometer wird jetzt die Probekugel des vorhergehenden Falles ersetzen. Wenn wir mit diesem Thermometer den erwärmten Körper von aufsen berühren, so wird er, da er sich dabei in einem thermischen Felde befindet, in welchem die Temperatur an verschiedenen Stellen verschieden ist, auch die entsprechende Temperaturdifferenz anzeigen. Wenn man aber dieses Thermometer in das Innere des Körpers einführt, wo die Temperatur constant ist, so wird er nichts anzeigen.

Wir würden auf diese Weise vielleicht zu der Schlufsfolgerung gelangen, dafs es im Innern des Körpers keine Wärme giebt, wie wir unter analogen Verhältnissen schliefsen, dafs es im Innern keine Elektrizität giebt.

5. Elektrische Induktion. Stellen wir uns zwei parallel verlaufende Versuche vor: Zwei leitende Körper sind aufgestellt, der eine im elektrischen und der andere im thermischen Felde. In dem Leiter gleichen sich die elektrischen Potentiale und die Temperaturen rasch aus. Daher ist es ersichtlich, dafs an dem einen Ende des Körpers das Potential niedriger, auf dem anderen Ende aber höher ist als die Potentiale an der entsprechenden Stelle des umgebenden Mittels. Ebenso wird bei dem anderen Körper an einem Ende die Temperatur des umgebenden Mittels höher sein, an dem anderen Ende aber niedriger als die Temperatur des Körpers selbst. In diesem letzten Falle haben wir folglich eine gewisse Analogie mit der elektrischen Induktion.

Wenn wir aber diese beiden Versuche nicht mit einem, sondern mit zwei sich berührenden Körpern, die wir auseinanderbringen, ehe die entsprechenden Felder verschwinden, so würden sich nicht die gleichen Resultate in den beiden Fällen zeigen. Nach der Vernichtung des elektrischen Feldes würde einer der Körper eine positive, der andere eine negative Ladung zeigen. Andererseits aber würden die beiden Körper, die sich im thermischen Felde befinden, ein und dieselbe Temperatur besitzen. Hier zeigt sich bereits ein wesentlicher Unterschied.

Der Versuch mit der elektrostatischen Induktion zeigt, dafs unter der Wirkung der Potentialdifferenz in dem Leiter irgend eine Verschiebung stattfindet, irgend etwas aus einem Teil des Leiters in den anderen übergeht. — Wenn der Leiter auseinander genommen wird, so wird sich in einem Teil ein Überschufs zeigen, in dem anderen

aber ein Mangel von etwas; deshalb wird auch der eine Teil eine positive, der andere aber eine negative Elektrizität zeigen. Das frühere Gleichgewicht mit dem umgebenden Mittel wird auf diese Weise gestört und beide Teile werden um sich herum entgegengesetzte elektrische Felder erzeugen.

Die Analogie der elektrischen Induktion mit der entsprechenden Wärmeerscheinung kann nur durchgeführt werden bei einer ergänzenden Voraussetzung über die im Innern des Körpers stattfindenden Erscheinungen, welche den Charakter einer Dissociation, Diffusion, Destillation oder einer Condensation und Verdampfung tragen. Man kann sich zum Beispiel vorstellen, dafs wir einen hygroskopischen Körper haben, der sich in der feuchten Luft befindet, deren Temperatur an verschiedenen Stellen nicht die gleiche ist. Da wir diesen Körper als einen guten Wärmeleiter betrachten, so wird er überall ein und dieselbe Temperatur annehmen und deshalb werden in einem seiner Teile, welcher kälter ist als die ihn umgebende Luft, die Dämpfe von ihm absorbiert werden, während aus dem anderen Teile die Dämpfe in die Luft ausströmen werden, wobei zum Teil auch im Innern des Körpers ein Überströmen der Dämpfe eintreten wird. Wenn man das thermische Feld vernichtet, wobei die Temperaturen des Mittels und des Körpers sich ausgleichen, so wird auch im Innern des Körpers alles in den ursprünglichen Zustand zurückkehren. Wenn aber der Körper in zwei Teile geteilt wird, während er sich noch im thermischen Felde befindet, so wird in einem Teil ein kondensierter Dampf bleiben, in dem anderen aber ein verdünnter. Wenn die Temperaturen des Körpers und des Mittels sich ausgleichen, dann wird der erste Teil infolge der Ausscheidung des Dampfes in die Luft sich abkühlen, der zweite Teil aber, bei der Absorption der Dämpfe aus der Luft, sich erwärmen. Auf diese Weise haben wir in den betrachteten Fällen eine Analogie mit dem Laden eines Körpers durch Influenz. Und so sehen wir, dafs die Analogie zwischen den elektrischen und Wärme-Erscheinungen im allgemeinen viel vollständiger durchgeführt werden kann, als es gewöhnlich geschieht.

Über die Ableitung und den Zusammenhang von Gleichungen für den Nullpunkt- und Siedepunktfehler eines Thermometers.

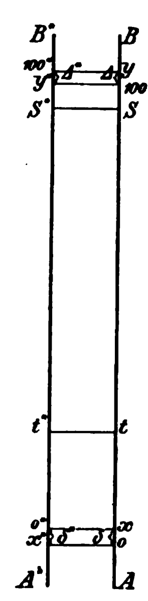
Von

Prof. Dr. **F. Melde** in Marburg.

In den praktisch physikalischen Übungsstunden wird wohl stets auch die Nullpunkts- und Siedepunktsbestimmung eines Thermometers vorgenommen und in der üblichen Weise verfahren. Was nun aber den ganzen theoretischen Zusammenhang hierbei anlangt, so habe ich die Erfahrung gemacht, dafs die Praktikanten nach der blossen Anwendung von Formeln, wie sie in den gebrauchten Hilfsbüchern zu finden sind, nicht genügend ins Klare kommen, und habe ich mir eine Darstellung zurechtgelegt, welche leicht zur Erreichung eines vollkommenen Verständnisses führen wird. Es handelt sich hierbei jedoch nur um den Nullpunkt- und Siedepunkt- und weitere hiervon abhängige Fehler, während auf andere Fehler, insbesondere die Kaliberfehler, eines Thermometers nicht Rücksicht genommen werden soll.

Vor allem empfiehlt es sich, eine Zeichnung zu Grunde zu legen und knüpfe ich an diese meine Auseinandersetzung an. In dieser beigegebenen Zeichnung (s. Fig.) stellen wir uns auf der Geraden $A^* B^*$ die Skala eines richtigen Thermometers, auf

AB dagegen eine Skala desselben Thermometers, aber mit einem Nullpunkt- und Siedepunktfehler vor. Die Skala ist es dann, welche vermöge ihrer fehlerhaften Lage bzw. auch ihrer Einteilung die genannten Fehler bewirkt. Würden wir demgemäfs das Thermometer mit der richtigen Skala $A^* B^*$ in schmelzenden Schnee stecken, so würde das Quecksilber genau an dem mit 0^* bezeichneten Punkt anstehen; würden wir ferner dasselbe Thermometer in die Dämpfe von siedendem Wasser, und zwar siedend unter einem Druck von 760 mm und 0^0 bringen, so würde das Quecksilber genau an dem mit 100^* bezeichneten Punkt stehen. Anders beim fehlerhaften Thermometer. Bei ihm würden die vorgenommenen Experimente die entsprechenden Punkte z. B. beim Skalenteil x und y zeigen, während der nominelle Nullpunkt bei 0 und der nominelle Siedepunkt beim Kochexperiment unter dem Druck von 760 mm bei 100 angegeben sein soll. Achten wir nun darauf, dafs x und y Standzahlen bedeuten sollen, so würde die Standzahl $x = \delta$ und die Differenz der Standzahlen $(y - 100) = \Delta$ den Nullpunkt und Siedepunktfehler auch in Teilen der Skala des zu prüfenden Thermometers darstellen. Denken wir uns von der richtigen Skala $A^* B^*$ auf die fehlerhafte AB die verbindenden Senkrechten $0^* x$ und $100^* y$ gezogen, also die eine Skala auf die andere projiziert, so müfste das fehlerhafte Thermometer, wenn es zum richtigen werden sollte, bei x seinen Nullpunkt 0^* und bei y seinen Normalsiedepunkt 100^* erhalten.



Bezüglich der Ermittelung von x liegen die Dinge einfach. Das Schneeexperiment führt direkt zu seiner Kenntnis; bezüglich der Bestimmung von y aber kommen weitere Faktoren in Betracht, sobald das Kochexperiment nicht beim Normaldruck 760 mm, sondern, wie fast stets, bei einem anderen Luftdruck zur Ausführung kommen mufs. Führen wir daher dieses Experiment aus und ist der vom Barometer angegebene Luftdruck nicht 760, sondern b mm, so mufs zunächst dieser Luftdruck b, falls die Temperatur des Barometers nicht 0^0, sondern t ist, auf den Druck b_0 unter Benutzung bekannter Tabellen reduziert werden. Wir nehmen ferner an, dafs das Kochexperiment den Stand des zu prüfenden Thermometers beim Skalenteil S gezeigt habe. Projiziert man diesen Punkt auf die Skala des richtigen Thermometers, so entspricht auf ihm dem S ein Stand S^* und erhält man diese Geradzahl S^*, wenn man für den Druck b_0 die entsprechende Siedepunktszahl aus den vorhandenen Spannkraftstabellen entnimmt.

Hiernach ist der weitere Zusammenhang nun leicht zu ermitteln. Bezeichnet man zu dem Ende den linearen Wert eines Skalenteils, z. B. in Millimetern ausgedrückt, für die richtige Skala $A^* B^*$ mit f^* und ebenso beim zu prüfenden Thermometer mit f, so gelten folgende Gleichungen:

$$S^* . f^* = (S - x) . f$$

$$100^* . f^* = (y - x) . f.$$

Mithin

$$\frac{100}{S^*} = \frac{y - x}{S - x}$$

und hiernach

$$y = \frac{100 . (S - x)}{S^*} + x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(a)}$$

als diejenige Gleichung, aus welcher y berechnet werden kann, falls durch das Schneeexperiment x bestimmt, durchs Kochexperiment S beobachtet und an der Hand von Tabellen S^* berechnet worden ist. Will man nicht Standzahlen, sondern die

absoluten Werte δ und Δ der beiden Fehler haben, so beachte man, dafs $\delta = x$ und $\Delta = (y - 100)$ ist.

Beispiel. Ein Geifslersches Normalthermometer zeigte ein $x = +0{,}3^0$ C; beim Kochexperiment ein $S = 98{,}45^0$ und war hierbei $b = 719{,}6$ mm und $t = +11{,}0^0$. Die Reduktion auf Null ergab $b_0 = 718{,}3$ und berechnete sich hiernach $S^* = 98{,}428^0$. Wenn man die Berechnungen logarithmisch ausführt und hierbei 5stellige Logarithmen für genügend erachtet, ergiebt sich dann:

$$y = \frac{100\,(98{,}45 - 0{,}30)}{98{,}428} + 0{,}30$$

$$y = 99{,}720^0 + 0{,}300^0 = 100{,}020^0$$

und somit

$$\Delta = +0{,}020^0.$$

Der nominelle fehlerhafte 100 Punkt des zu prüfenden Thermometers lag um $0{,}020^0$ zu tief.

2. Von weiterer Bedeutung ist es nun, falls beim fehlerhaften Thermometer irgend ein Grad t abgelesen wird, welcher Grad t^* dann als dem richtigen entsprechend für t gesetzt werden mufs. Zu dem Ende betrachten wir wieder unsere Figur. Nach ihr bestehen die Gleichungen:

$$t^* . f^* = (t - x) f$$

und

$$S^* . f^* = (S - x) f.$$

Somit ist

$$\frac{t^*}{S^*} = \frac{(t - x)}{S - x}$$

und

$$t^* = S^* . \frac{t - x}{S - x} \quad \text{(b)}$$

diejenige Gleichung, aus welcher t^* berechnet werden kann.

Beispiel. Es sei $t = +20{,}0^0$,

mithin

$$t^* = 98{,}428 \frac{19{,}70}{98{,}15} = 19{,}756^0$$

Diese Gleichung (*b*) ist aber, wie man sieht, eine solche, aus welcher auch y berechnet werden kann, falls x und S durchs Experiment erhalten und S^* in der angegebenen Weise berechnet wurden. Zu dem Ende ist in Gleichung (b) nur darauf zu achten, dafs, wenn $t = y$ gesetzt wird, $t^* = 100$ wird, wonach die Gleichung (b) zu

$$100 = \frac{S^* (y - x)}{S - x}$$

wird, aus welcher, auf y reduziert, dieselbe Gleichung wie (a) resultiert.

Beachten wir unsere Figur weiter, so sehen wir, dafs, wenn wir den Punkt 100 der fehlerhaften Skala auf $A^* B^*$ projizieren, auf dieser ein Punkt y^* dem Punkt 100 entspricht und ebenso, dafs, wenn wir den Punkt 0 der fehlerhaften Skala auf $A^* B^*$ projizieren, dem 0 ein Punkt x^* entspricht. Aus der Gleichung (b) ergiebt sich nun sofort

$$x^* = S^* . \frac{0 - x}{S - x} = - \frac{S^* . x}{S - x}$$

und

$$y^* = S^* \frac{100 - x}{S - x}.$$

Sofort erkennt man nun aber auch, dafs $x^* = \delta^*$ den Nullpunktfehler, aber nicht wie δ in Teilen der fehlerhaften, sondern in Teilen der richtigen Skala und ebenso $(y^* - 100) = \Delta^*$ den Siedepunktfehler, aber nicht in Teilen der fehlerhaften, sondern in denen der richtigen Skala bedeutet. Die absoluten Werte δ und δ^*, ebenso

Δ und Δ^* sind demnach nicht identisch, sondern weichen im allgemeinen um minimale Gröfsen von einander ab. Es ist nicht ohne Interesse, diese Werte für δ^* und Δ^* einmal nach den beiden letzten Gleichungen für unser gegebenes Beispiel zu berechnen. Es wird

$$\delta^* = x^* = -\frac{98{,}428 \,.\, 0{,}3}{98{,}45 - 0{,}3} = -0{,}30084$$

und

$$y^* = 98{,}428\,\frac{100 - 0{,}3}{98{,}45 - 0{,}3} = 99{,}982$$

mithin

$$\Delta^* = y^* - 100 = -0{,}018.$$

Hiernach leuchtet ein, dafs die Gleichungen

$$\delta \,.\, f = \delta^* \,.\, f^* \text{ und } \Delta \,.\, f = \Delta^* \,.\, f^* \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (c)$$

und hiernach

$$\frac{\delta}{\delta^*} = \frac{\Delta}{\Delta^*} \text{ oder } \delta \,.\, \Delta^* = \delta^* \,.\, \Delta$$

bestehen müssen. Die Produkte 0,3 . 0,018 und 0,30084 . 0,018 müfsten demgemäfs in unserem Beispiel gleich ausfallen. Wenn dies bis auf minimale Gröfse nicht der Fall ist, so liegt der Grund nur in der bei der Berechnung angewandten Logarithmentafel. Fünfstellige Logarithmen, welche für unsere Werte δ, Δ, δ^* und Δ^* im allgemeinen vollständig ausreichen, würden, falls die zuletzt in Betracht kommende Feststellung der Gleichheit der Produkte $\delta \,.\, \Delta^* = \delta^* \,.\, \Delta$ nachgewiesen werden soll, nicht ganz genügen. Es ist ja auch die Ableitung der Gleichungen für δ^* und Δ^* neben δ und Δ nur durchgeführt worden, um zu zeigen, dafs in der That, ganz streng genommen, minimale Unterschiede zwischen δ und δ^* und ebenso zwischen Δ und Δ^* bestehen. Bei einiger Aufmerksamkeit wird man ferner auch bemerken, dafs den Gleichungen (c) dieselben geometrischen Auffassungen zu Grunde liegen, wie bei denen, welche den den Gleichungen (a) und (b) vorausgehenden Gleichungen zu Grunde lagen.

3. Eine nicht uninteressante Frage läfst sich mit der Gleichung (b) noch beantworten, nämlich: bei welchem Grad die Anzeige des fehlerhaften und des richtigen Thermometers dieselbe ist, d. h. wenn wir diesen gesuchten Grad mit t_1 und t_1^* bezeichnen, wann $t_1 = t_1^*$ wird. Nach der Gleichung (b) würde dies eintreten, wenn

$$t_1 = S^* \frac{(t_1 - x)}{(S - x)},$$

das heifst

$$t_1 = \frac{S^* \,.\, x}{x + S^* - S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (d)$$

wird. Für unser Beispiel ergiebt die Berechnung:

$$t_1 = \frac{98{,}428 \,.\, 0{,}3}{0{,}3 + 98{,}428 - 98{,}450} = 106{,}217^{\circ}.$$

Ein einfacher Apparat zur Demonstration des Brechungsgesetzes der Lichtstrahlen.

Von

Prof. Dr. **F. Pfuhl** in Posen.

Ein Glaswürfel (Figur 1, *G*) — Kantenlänge 5 cm — ist mit Ausnahme von zwei gegenüberliegenden Seiten, um Nebenlicht zu vermeiden, mit undurchlässigem Papier beklebt. Dieser Würfel steht in einem aus starkem Metallblech hergestellten Gehäuse (Fig. 1, *M*), welches ihn eng umschliefst und innen matt schwarz gefärbt

ist. Die vordere Seite der Metallhülle, welche der einen durchsichtigen Seite anliegt, erhebt sich um einige (5) cm über die obere Fläche des Würfels und zeigt in ihrer Mitte einen von oben bis unten verlaufenden Spalt (Fig. 1, *p—p*) von $1^1/_2$ mm Breite. An der hinteren durchsichtigen Seite des Würfels, über welche also die Hülle sich nicht erstreckt, ist eine matte Glasscheibe (*F*) mittelst Fischleims angeklebt, welche denselben um 5 cm überragt. Wird nun eine Lichtquelle vor die den Spalt zeigende Seite gebracht, so geht der untere Teil dieser Lichtstrahlen vom Spalt aus durch das Glas, der obere Teil durch die Luft. Die Strahlen markieren sich als heller Streif auf der Glasscheibe *F* der Hinterseite. Wird nun die Lichtquelle — im verdunkelten Zimmer ist eine Stearinkerze schon ausreichend — in einiger Entfernung in der Weise vor den Spalt gestellt, dafs die Strahlen senkrecht auf die Fläche fallen, so nimmt der Schüler auf der ihm zugekehrten matten Glasscheibe einen eine zusammenhängende gerade Linie bildenden Lichtstreifen wahr. Bei irgend einer andern Stellung der Lichtquelle entstehen zwei gesonderte Lichtstreifen. Hieraus zieht der Schüler leicht die Folgerungen hinsichtlich der Lichtbrechung; allerdings, der unteren propädeutischen Stufe des Unterrichts entsprechend, nur qualitativ. Das Lot im Einfallspunkte wird durch den im folgenden beschriebenen Aufsatz dargestellt, so dafs auch „wird dem Lote zu gebrochen“ zur sinnlichen Wahrnehmung gelangt.

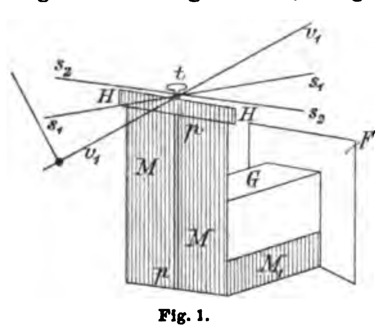


Fig. 1.

Um die Stärke der Lichtbrechung mittels des Sinus zu messen, wird auf die obere Kante der den Spalt zeigenden Metallwand mittels einer etwas federnden Hülse (6 cm lang, 1 cm breit) *H* in Fig. 1 ein Aufsatz aufgesetzt. Derselbe (Fig. 2) besteht aus 3 Messingstäben von 28 cm Länge. Der eine derselben ist vierkantig (Fig. 2, v_1 v_2) und ist in seinem Mittelpunkte in der Mitte der oberen Kante der federnden Hülse, senkrecht zur Längenausdehnung derselben, angelötet. Er steht demnach auch senkrecht auf der vorderen Fläche des Würfels und zwar in dem Punkte, in welchem das Licht auffällt. Unmittelbar über diesem fest aufgelöteten Stabe sind an einem Stift (Fig. 2, *t*), drehbar über dem Mittelpunkt des kantigen, zwei stielrunde Stäbe befestigt (s_1 s_2). Der eine soll den durch die Luft, der andere den durch das Glas fallenden Lichtstrahl darstellen. Zur Einstellung dieser beiden Stäbe werden natürlich die beiden Lichtstreifen auf der matten Glasscheibe benutzt. Um sie möglichst genau über den beiden Lichtstreifen zu befestigen, wird ein Holzstäbchen auf den betreffenden Lichtstreif gehalten und das Metallstäbchen so weit gedreht, bis es durch das Ende des Stäbchens, welches zur besseren Fixierung des Metallstäbchens noch oben eingekerbt ist, festgehalten wird. Der Stift (*t*), um den die Messingstäbchen drehbar sind, ist mit einem feinen Schraubengewinde versehen. Mittels einer Schraubenmutter können dann die beiden drehbaren Messingstäbe, nachdem sie eingestellt sind, festgeklemmt werden.

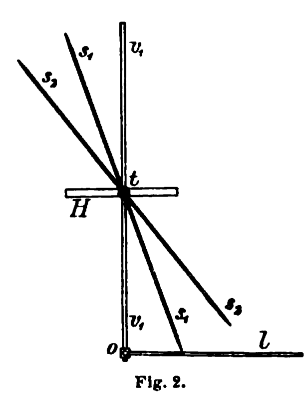


Fig. 2.

Ist nun auf diese Weise der Verlauf des Lichtstrahles durch Luft und durch Glas fixiert, so wird die Aufsatzhülse (*H*) abgehoben. Nun sieht der Schüler den Verlauf der Strahlen, durch diese Metallstäbe dargestellt, vor sich. Um den Strahl, der durch die Luft ging, von dem andern unterscheiden zu können, wird der eine

dieser Messingstäbe farbig gekennzeichnet, z. B. durch einen weifsen Ring, oder Streifen. Der kantige, festgelötete Stab giebt das auf der Trennungsebene der beiden Medien errichtete Lot an.

Zur Darstellung des Sinus dient ein viertes Messingstäbchen (Fig. 2, *l*), welches an einem Ende eine viereckige Öffnung (Fig. 2, *o*) zeigt, mittels der es fest anschliefsend auf dem kantigen Stabe in der Ebene der stielrunden verschoben und durch eine feine Schraube festgestellt werden kann. Man schiebt dieses Stäbchen nun, welches mit dem kantigen Stabe, auf dem es gleitet, stets einen rechten Winkel bildet, so weit, bis es ein Lot vom Endpunkte des einen und dann, bei weiterem Verschieben, vom Endpunkte des anderen Strahles ein Lot auf dem kantigen Stab bildet. Die Enden der beiden drehbaren Metallstäbe sind zugespitzt, um die Länge des Lotes genauer bestimmen zu können. Nun brauchen nur noch die Längen dieser beiden durch den verschiebbaren Messingstab dargestellten Sinus mittels des Centimetermafses gemessen zu werden, um den Brechungsexponenten zu erhalten. Es wird dann für einige, verschiedene Stellungen der Lichtquelle bewiesen, dafs für Luft und Glas das Verhältnis ein constantes ist, was mit — für Schulverhältnisse — hinreichender Genauigkeit geschehen kann.

Um die Lichtbrechung auch für Flüssigkeiten zur Beobachtung zu bringen und analoge Ermittelungen zu ermöglichen, dient ein Glaskästchen, welches mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt wird. Durch Bekleben mit undurchlässigem Papier ist auf der Vorderseite wieder ein Spalt geschaffen, die hintere, der vorderen parellele Seite trägt wiederum die matte Glasscheibe, welche die Lichtstrahlen zur Wahrnehmung bringt. Das Gefäfs wird etwas über die Hälfte mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Der obere Teil der Glasscheibe giebt wieder denjenigen Lichtstrahl an, der seinen Weg durch die Luft zurückgelegt hat. Auf die vordere Seite des Glaskästchens wird mittelst der federnden Hülse der oben beschriebene Aufsatz (Fig. 2) aufgesetzt in der Weise, dafs die Befestigungsstelle der Messingstäbchen gerade über dem Spalt sich befindet. So lassen sich die Winkel fixieren und die Sinus messen.

Einfach ist es auch mittels dieses Apparates zu beweisen, dafs der aus dem dichteren in das dünnere Mittel übergehende Lichtstrahl dem Lote abgebrochen wird. Die hintere Wandung des Glaskästchens ist dann (Fig. 3) nur etwa bis zur Hälfte ihrer Höhe mit der matten Glasscheibe versehen. Das Kästchen wird bis oben hin mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt und einige cm hinter demselben eine matte Glasscheibe *F* befestigt. Fallen nun schräg auf den Spalt (*p*) Lichtstrahlen (von *L* aus), so markiert sich auf der matten Glasscheibe an der Hinterwand ein Lichtstreif. Auf den Rand der Hinterseite wird die federnde Hülse (*H*) in der Weise aufgesetzt, dafs der Befestigungspunkt der Stäbchen genau über diesem Lichtstreifen sich befindet. Spalt und Lichtstreif werden nun durch einen der drehbaren Stäbe verbunden. Der andere Stab wird auf den hellen Lichtstreif gestellt, den der durch den oberen Teil der Hinterwand ungehindert austretende Strahl auf der hinteren (zweiten) matten Glasscheibe veranlafst. Dieser Lichtstreif liegt weiter vom Lote ab.

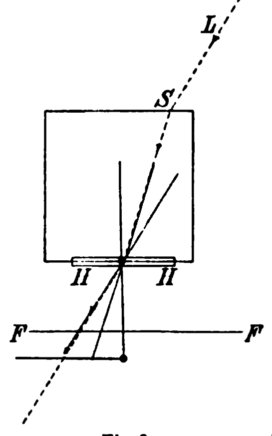


Fig. 3.

Ein Universal-Elektromagnet.

Von
Professor **A. Oberbeck** in Tübingen.

Zu den Hauptversuchen über Elektromagnetismus benutzt man gewöhnlich zwei hufeisenförmige Elektromagnete, von denen der eine so aufgestellt ist, dafs seine Pole nach oben gerichtet sind, während der andere, besonders bei Tragkraftversuchen, nach unten gehende Pole hat.

Hier soll eine Construktion beschrieben werden, durch welche beide Anordnungen mit demselben Apparat hergestellt werden können. Derselbe besteht aus einer eisernen Platte *AB* (Figur 1), welche auf Messingfüfsen steht. Die Länge derselben beträgt 50 cm, ihre Breite 12 cm, ihre Dicke 2 cm. Sie trägt zwei Messingsäulen (Röhren, welche mit Schellack ausgegossen sind) von 60 cm Höhe, auf welcher eine zweite Eisenplatte *CD* von gleicher Gröfse wie die erste befestigt ist. Beide Platten haben in ihrer Längsrichtung einen Schlitz, in welchen man die Elektromagnete einzeln einsetzen und mit Schrauben S_1 und S_2 befestigen kann. In der Figur ist der eine Elektromagnet in einer oberen, der andere in einer unteren Lage angegeben. Befestigt man beide an der unteren Platte, so hat man einen aufrechtstehenden Elektromagnet. Sind beide oben angebracht, so befindet sich der Hufeisenmagnet in hängender Lage. Man hat dabei den grofsen Vorteil, dafs man die Kerne innerhalb weiter Grenzen gegen einander verschieben kann.

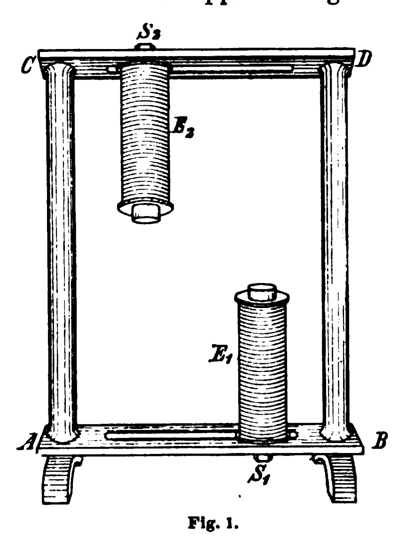
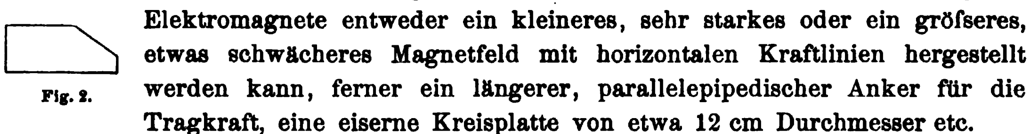


Fig. 1.

Die einzelnen Elektromagnete haben eine Höhe von 22 cm und sind mit drei Windungslagen dicken Kupferdrahts versehen. Die Windungen enden in zwei Klemmschrauben, welche an den unteren Bodenplatten der Elektromagnete befestigt und in der Figur fortgelassen sind. Selbstverständlich kann man auch einen einzelnen Kern in einer oberen oder unteren Lage benutzen. Endlich kann man beide Kerne vertikal übereinander anbringen. Man erhält dann ein starkes Magnetfeld mit vertikalen Kraftlinien, das man durch passende Ansatzstücke nach Belieben verkleinern und dementsprechend intensiver machen kann.

Zu dem Elektromagnet gehören noch verschiedene Ansatzstücke, insbesondere deren zwei von der Form der Figur 2, durch welche bei der unteren Stellung der Elektromagnete entweder ein kleineres, sehr starkes oder ein gröfseres, etwas schwächeres Magnetfeld mit horizontalen Kraftlinien hergestellt werden kann, ferner ein längerer, parallelepipedischer Anker für die Tragkraft, eine eiserne Kreisplatte von etwa 12 cm Durchmesser etc.


Fig. 2.

Die gewöhnlichsten Versuche: Haften von Eisenfeile, von mehreren Stäben, Nägeln etc. kann man mit den beiden Anordnungen zeigen, bei genügend starkem Strom in sehr auffallender Weise. Für die magnetischen Kraftlinien wählt man die untere Stellung, wobei die Kerne weit auseinander zu rücken und zweckmäfsig mit gröfseren Stücken Eisenblech (in Form von Quadraten, Kreisen, Sternen etc.) zu bedecken sind. Auf einem Blatt Kartonpapier, das man über die Pole legt, zeichnen sich dann die Kurven gut ab.

Bei den Versuchen über Diamagnetismus und Paramagnetismus, wobei die Kerne unten befestigt sind, ist die obere Platte recht bequem, da man an derselben die zu untersuchenden Präparate aufhängen kann. Ein Gleiches gilt für die Dämpfungsversuche bewegter, gut leitender Massen. Ein zwischen den Magnetpolen rotierender Kupferwürfel wird bei Stromschlufs sofort gehemmt. Eine Kupferplatte, welche nach Art des Waltenhofenschen Induktionspendels zwischen den Polen hindurchschwingt, kommt dort nach Erregung sofort zur Ruhe.

Diese und ähnliche Apparate werden ebenfalls zweckmäfsig an der oberen Platte befestigt.

Um die Rotation einer Flüssigkeit zu zeigen, braucht man nur einen Kern, auf welchen man die oben erwähnte Eisenplatte aufsetzt. Auf derselben steht ein cylindrisches Glasgefäfs, mit den beiden conzentrischen Elektroden, zwischen denen der Strom radial durch die Flüssigkeit geht.

Induktionserscheinungen lassen sich in mannigfaltigster Weise zeigen, indem man eine Rolle in einem der verschiedenartigen Magnetfelder bewegt, welche man mit dem Apparat herstellen kann.

Schliefslich mag noch bemerkt werden, dafs der Transport des Apparates nicht allzu schwer ist, wenn man die einzelnen Elektromagnete abgenommen hat, sodafs ich glaube, dafs derselbe sich als Unterrichtsapparat für Schulen bewähren wird.

Ein einfacher Stromwechsler für Zwei- und Dreiphasenstrom.

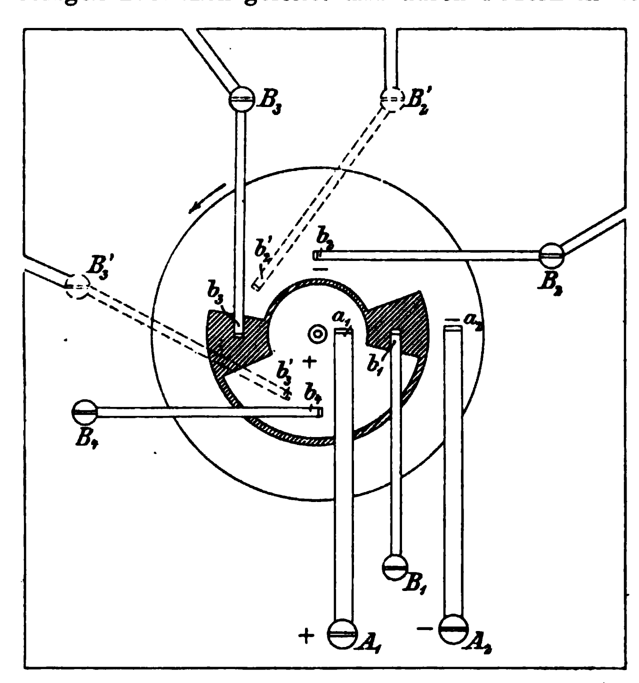
Von

H. Kuhfahl in Landsberg a. W.

Der von Herrn Weiler construierte Apparat zur Umwandlung von Gleichstrom in Drehstrom (d. Zeitschr. *V 189*) hat die in der Praxis nicht bestehende Eigenschaft, dafs das Magnetfeld sich sprungweise ändert, und in dieser Hinsicht ist der Apparat des Herrn Weinhold (d. Zeitschr. *VI 7*) eine Verbesserung; gleichwohl möchte ich vom didaktischen Standpunkte aus jene Abweichung nicht gerade als Fehler ansehen. Der in dem Folgenden beschriebene Stromwechsler ist aus dem Bestreben hervorgegangen, den Verlauf der Stromumwandlung noch einfacher und übersichtlicher wie in dem Weilerschen Apparat zu gestalten und ihn für beide Arten von Drehströmen verwendbar zu machen.

Auf einer Grundplatte steht vertikal als Klemmenträger ein rechteckiges Brettchen, das von einer horizontalen Achse durchbohrt wird, die auf der Rückseite in einer Kurbel endigt. Auf der Vorderseite ist an der Achse eine hölzerne Kreisscheibe befestigt, die mit zwei Messingplatten von der in der Figur angegebenen Form belegt ist. Man kann sich die Belegung aus drei conzentrischen Ringen zusammengesetzt denken, von denen der mittlere an zwei gegenüberstehenden Stellen um je $^1/_{10}$ des Umfanges ausgeschnitten ist. Von den beiden übrig bleibenden Ringsektoren ist der eine mit dem inneren, der andere mit dem äufseren Ringe aus einem Stücke gearbeitet. Bei der Anfertigung läfst man an den Enden dieser Sektoren kurze Blechansätze überstehen, biegt diese rechtwinklig nach hinten um und treibt sie in enge, mit der Laubsäge ausgeschnittene Spalte der Kreisscheibe ein. Dadurch werden die Belegungen genügend befestigt, das Aufbiegen der Ränder wird verhindert und die Isolation gesichert.

Der Gleichstrom einer Batterie wird in die Klemmen A_1 und A_2 an dem rechteckigen Brettchen geleitet und durch Federn in den Punkten a_1, a_2 dem inneren und äufseren Ringe zugeführt. Die 4 Federn für die Ableitung zum Zweiphasenmotor schleifen auf dem mittleren Ringe, sind alle gleich lang und ihre Klemmen an dem rechteckigen Brettchen B_1, B_2, B_3, B_4 stehen auf einem mit der Drehachse conzentrischen Kreise um je 90° von einander entfernt, so dafs auch ihre Berührungsstellen mit dem mittleren Ringe b_1, b_2, b_3, b_4 um 90° von einander entfernt sind. Es ist leicht ersichtlich, dafs bei der Drehung B_1 und B_3 den einen Wechselstrom, B_2 und B_4 den anderen mit 90° Phasenverschiebung liefern. Die Ausschnitte des mittleren Ringes müfsten bei Zweiphasenstrom eigentlich statt je $^1/_{10}$ des Umfanges $^1/_8$ betragen, die Differenz von $^1/_{40}$ kommt aber praktisch nicht in Betracht.



Bei der in der Figur gezeichneten Stellung erhalten B_1 und B_3 keinen, B_2 den negativen, B_4 den positiven Strom. Um die Stromstärke für einen einfachen Fall zu berechnen, nehmen wir an, dafs die elektromotorische Kraft der Batterie 3 V, ihr innerer Widerstand 1 Ohm und der Widerstand jeder Spule des Motors 1 Ohm beträgt, dann geht der Strom bei dieser Stellung der Kreisscheibe durch zwei Spulen nach einander und die Stromstärke ist $\frac{3}{1+2} = 1$ A. Drehen wir die Scheibe um 45° in der Pfeilrichtung, so erhalten B_1 und B_4 je die Hälfte des positiven, B_2 und B_3 die des negativen Stromes. Der äufsere Widerstand ist, da je 2 Ohm neben einander geschaltet sind, 1 Ohm und die Stromstärke für jede Klemme B beträgt daher $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1+1} = 0{,}75$ A. Alle Stellungen bei weiterer Drehung sind diesen beiden analog; die folgende Tabelle giebt die Stärke und Richtung des Stromes für alle Oktanten an.

Oktant	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
B_1	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75	0	− 0,75	− 1	− 0,75
B_2	− 1	− 0,75	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75	0	− 0,75
B_3	0	− 0,75	− 1	− 0,75	0	+ 0,75	+ 1	+ 0,75
B_4	+ 1	+ 0,75	0	− 0,75	− 1	− 0.75	0	+ 0,75

Für andere Widerstandsverhältnisse würde man einen ähnlichen Verlauf der Stromänderung erhalten.

Will man nun den Apparat für Dreiphasenstrom benutzen, so löst man die mit Flügelschrauben in Schlitzen des Klemmenträgers befestigten Klemmen B_2 und B_3 und versetzt sie mit ihren Federn nach B_2' und B_3'. Die Feder zu B_4 läfst man am besten herunterhängen; sie stört zwar die Stromverteilung nicht, wohl aber die Über-

sicht. B_1, B_2', B_3' sind um je 120° von einander entfernt. Die nicht leitenden Ausschnitte des mittleren Ringes müfsten nun eigentlich je $^1/_{12}$ des Umfanges betragen, der Unterschied gegen $^1/_{10}$ kommt aber wieder nicht in Betracht; jeder leitende Sektor dieses Ringes hat daher nahezu die Länge $^5/_{12}$ des Umfanges.

Bei der in der Figur gezeichneten Stellung erhält B_1 keinen, B_3' den positiven, B_2' den negativen Strom. Nehmen wir an, dafs die elektromotorische Kraft der Batterie 4 V, der innere Widerstand 1 Ohm, der Widerstand jeder Spule des Motors 2 Ohm beträgt, so geht der Strom bei Sternschaltung durch zwei Spulen nach einander und die Stromstärke ist $\frac{4}{1+4} = 0{,}8$ A. Dreht man um 30° weiter, so erhalten B_1 und B_3' je die Hälfte des positiven Stromes, und ihre Spulen sind bis zum Stern neben einander geschaltet, so dafs ihr gemeinschaftlicher Widerstand 1 Ohm beträgt. Von dort geht der Strom durch die zu B_2' gehörige Spule zurück, und daher ist die Stromstärke $\frac{4}{1+1+2} = 1$ A. Den Stromverlauf bei weiterer Drehung giebt die folgende Tabelle an.

Halbsextant	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
B_1	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1	+ 0,8	+ 0,5	0	— 0,5	— 0,8	— 1	— 0,8	— 0,5
B_2'	+ 0,8	+ 0,5	0	— 0,5	— 0,8	— 1	— 0,8	— 0,5	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1
B_3'	— 0,8	— 1	— 0,8	— 0,5	0	+ 0,5	+ 0,8	+ 1	+ 0,8	+ 0,5	0	— 0,5

Die Werte stimmen mit sin 0°, sin 30°, sin 60° und sin 90° ziemlich überein. Bei anderen Widerstandsverhältnissen, sowie bei Dreiecksschaltung des Motors ist der Verlauf ein ähnlicher.

Als besondere Vorzüge des Apparates möchte ich die folgenden ansehen:

1. Die Stromverteilung wird durch die Anordnung der Teile in einer Ebene übersichtlich; 2. das Wesentliche an der Phasenverschiebung tritt durch die Stellung der Klemmen *B* scharf hervor; 3. zur Stromerzeugung ist nur eine Batterie bezw. Element nötig; 4. derselbe Apparat ist für Zwei- und Dreiphasenstrom verwendbar.

Die Beschreibung giebt die Form des Apparates an, die man sich ohne grofse Hilfsmittel selbst herstellen kann. Die Firma Meiser & Mertig zu Dresden liefert den Stromwechsler in elegantester Ausführung für 24 Mark. Die vertikale Platte und die Achse wird von einem Metallfufse getragen, die Federn *A* und *B* sind durch Färbung unterschieden und die Achse kann durch eine Kurbel sowohl direkt gedreht als auch durch eine Schnurlaufübertragung in schnellere Rotation versetzt werden.

Ein neuer Wärmeleitungsapparat.

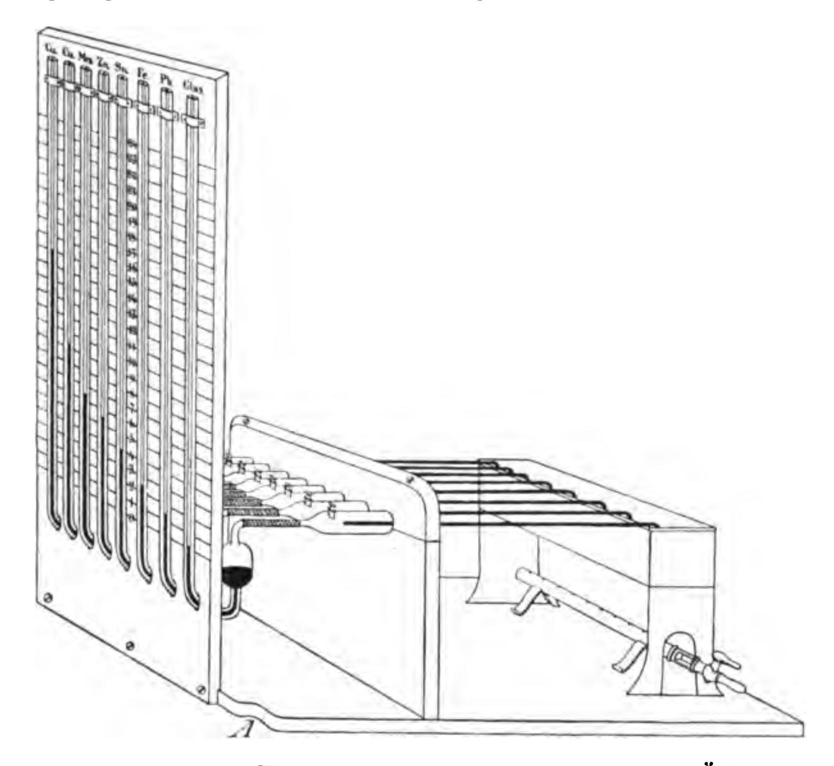
Von

Prof. Dr. **Looser** in Essen.

Die Unzulänglichkeit der Apparate, die durch Ankleben von Holzkugeln mittels Wachs die Unterschiede im Wärmeleitungsvermögen demonstrieren, hat vielfach zu anderen Construktionen Veranlassung gegeben. Teils hat man die Farbenveränderung des Quecksilberjodid verwandt, teils Reiter aus Metall an schräggestellen, mit Wachs überzogenen Stäben da wo der Überzug durch die mitgeteilte Wärme geschmolzen war, hinabgleiten lassen.

Der im folgenden beschriebene Apparat bedarf, einmal in Stand gesetzt, durchaus keiner weiteren Vorbereitung, namentlich seitdem auch der letzte ihm noch an-

haftende Übelstand, die Abdichtung der Metallstangen durch Gummi, einer solideren Verbindungsweise gewichen ist. Letztere ist nach einem besonderen, noch nicht allgemein bekannten Verfahren hergestellt, wodurch es möglich ist, die Stäbe durch ein metallisches Lot direkt luftdicht mit Glas zu verbinden. Die übrige Einrichtung ist eine durchaus einfache und übersichtliche. Es tauchen 6 oder 8 Stangen mit ihren rechtwinklig umgebogenen Enden in ein Gefäfs mit Wasser, das durch einen untergestellten Brenner in mäfsigem Sieden erhalten werden kann. Die anderen Enden gehen luftdicht in cylindrische, mit Glashahn versehene Kapseln, die durch Schläuche mit den sorgfältig kalibrierten vorderen Manometerrohren in Verbindung stehen. Neuerdings sind diese über hellen Milchglasskalen montiert, und die Flüssigkeitsfäden stark genug, um von entfernten Plätzen gesehen zu werden. Die Manometer



werden mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, die sich beim Öffnen der Hähne auf Null stellt. Die Stoffe sind so geordnet, dafs sich links das am besten leitende Metall Kupfer befindet, einmal mit Wärmeschutz und Glasrohr bekleidet, ein anderesmal nackt. Dann folgen Messing, Zink, Zinn, Eisen, Blei, Glas. Da die Wärme durch das Glas überhaupt nicht zur Manometerkapsel gelangt, so dient die entsprechende Flüssigkeitssäule, abgesehen davon, dafs die schlechte Wärmeleitungsfähigkeit des Glases vor Augen geführt wird, als Controlle der Zimmertemperatur. Das Brett, das die Kapseln mit den Hähnen trägt, hält den gröfsten Teil der Wärmestrahlen ab. Es kann über den Kapseln abgeschraubt und jede Kapsel revidiert werden. (Der Strich, welcher den oberen abschraubbaren Teil von dem unteren trennt, fehlt in der Figur.)

Um den Apparat vorzuführen, hat man nun nichts weiter zu thun, als erst sämtliche Hähne zu öffnen, den Ausgleich mit der Zimmertemperatur abzuwarten und die Hähne zu schliefsen. Das Zinkgefäfs soll schon vorher mit Wasser gefüllt sein. Man zündet jetzt die Flamme an und wird nach einiger Zeit das in der Figur ge-

zeichnete Bild haben, wo die verschiedenen Steighöhen der Flüssigkeitssäulen eine Art Kurve bilden.

Um die Höhen besser vergleichen zu können, hält man, da auch die Glas enthaltende Kapsel stets infolge der Zimmertemperatur etc. steigt, an deren Manometerflüssigkeit einen horizontalen Papierstreifen, der also jede Flüssigkeitssäule in der Höhe der erstgenannten abschneidet. Der über den Streifen hervorragende Teil der Flüssigkeitssäule ist dann allein auf Kosten der Wärmeleitung zu setzen. Indessen auch ohne dieses, das Ergebnis genauer darstellende Mittel übersieht man deutlich die Verschiedenheiten in der Wärmeleitungsfähigkeit der einzelnen Stoffe. Die Füllung geschieht durch die oberen Enden der erweiterten Manometerröhren. Wenn sich Luftblasen bilden, saugt man durch einen oben angedrückten Schlauch die Flüssigkeit verschiedene Male nach oben und läfst sie wieder herabsinken. Die auf- und absteigende Bewegung entfernt rasch alle Luftblasen. Vorher müssen natürlich die Hähne geöffnet sein. Etwaige durch den Transport entstandene Undichtigkeiten beseitigt man durch Überziehen mit alkoholischer Schellacklösung (oder Siegellack in wenig Alkohol gelöst).

Das mit Wärmeschutzmasse überzogene Kupfer zeigt ein eigentümliches Verhalten; zunächst wird nämlich mehr Wärme an die Schutzmasse abgegeben, als dies in der Luft der Fall sein würde, die Flüssigkeitssäule bleibt also etwas zurück. Später wird die Differenz wieder eingeholt und die Säule steht um ein weniges höher als die dem freien Kupfer entsprechende.

Der Verfasser hatte ursprünglich beabsichtigt, dem Apparate auch noch einen Silberstab hinzuzufügen, in der Erwartung, dafs bei der eben beschriebenen Anordnung dieses Metall, dessen relative Leitungsfähigkeit zu Kupfer sich wie 100 : 74 verhält, einen noch weit höheren Ausschlag am Manometer geben würde als Kupfer und so die Kurve nach oben hin ergänzen würde. Dabei machte er indessen eine eigentümliche Beobachtung. Es blieb nämlich, trotzdem verschiedene Dicken zum Versuch kamen, S i l b e r s t e t s h i n t e r K u p f e r z u r ü c k. Innerhalb der Längen, in welchen die Stäbe gewählt werden mufsten, damit die schlechter leitenden Stoffe überhaupt eine Einwirkung auf die Manometer zeigten, war eben der Unterschied in der relativen Wärmeleitungsfähigkeit zwischen Silber und Kupfer noch kein ausgesprochener, Silber blieb sogar zurück. Erst bei so grofsen Drahtlängen, dafs der Apparat für die relativ schlecht leitenden Metalle kaum merkliche Ergebnisse geliefert haben würde, traten Unterschiede hervor. Da das Silber also durch dieses eigenartige Verhalten die Vorstellungen der Schüler nur verwirren würde, so wurde es weggelassen, so interessant und zum Nachdenken anregend die Thatsache im allgemeinen auch sein mag.

Der oben beschriebene Apparat ist durch die Firma Robert Müller, Glasbläserei Essen (Ruhr) zum Preise von 105 M. für 6 Stäbe, 115 M. für 8 Stäbe zu beziehen.

Ein hydromechanischer Apparat.

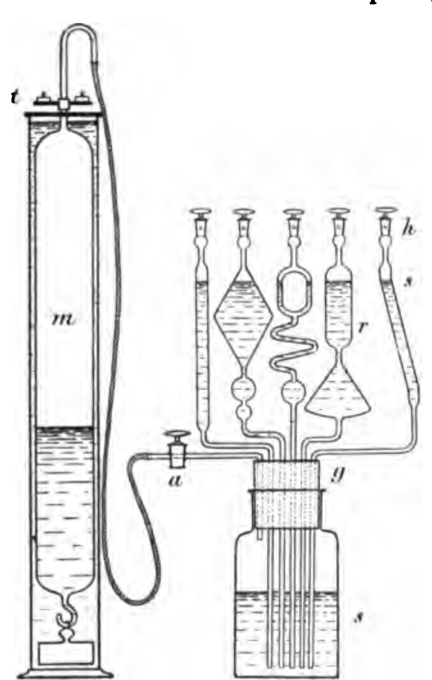
Von

Prof. Dr. **Looser** in Essen.

Der Haldatsche Apparat ermöglicht es, durch Wage und Gewichte die Unabhängigkeit des Bodendruckes von der Form des Gefäfses darzustellen. Die Messung dieses Druckes durch eine entgegenwirkende Quecksilbersäule ist schliefslich nur eine Anwendung des Gesetzes der communizierenden Röhren. Während in beiden Aus-

führungen der Apparat, wenn man so sagen darf, lediglich statisch wirkt, kommt in der nebenstehend skizzierten Anordnung gleichzeitig ein dynamisches Prinzip zur Verwendung. Eine Druckkraft, gleichviel ob durch Wassersäule oder durch sich ausdehnende Luft erzeugt, treibt die Flüssigkeit so herauf, dafs die Wasserspiegel in den Röhren bei allmählicher Einwirkung stets gleiche Höhe behalten; der Zuhörer sieht, dafs eine stets gleiche Druckkraft das Wasser, einerlei ob in ein enges oder weites Gefäfs, in 2 oder 5 Rohre, auch stets gleich hoch hinauftreibt.

Die Rohre, die alle möglichen Verschiedenheiten in der Form darbieten, gehen durch einen breiten Gummistopfen *g* in die mit gefärbter Flüssigkeit gefüllte Flasche. Gleichzeitig durchsetzt den Verschlufs ein mit Hahn versehenes rechtwinklig gebogenes Rohrstück *a*. Jede Röhre ist oben mit Glashahn verschlossen, um sie einzeln nach Belieben beim Versuche ein- und ausschalten zu können. Der Druck, der auf den Flüssigkeitsspiegel *s* wirkt, wird durch den Schwimmer *m* ausgeübt, an dessen unterem Teile ein gebogenes Glasrohr als Öse angebracht ist. Diese trägt ein Gewicht und läfst gleichzeitig dem Wasser Zutritt. Der Teller *t* gestattet durch Zusatzgewichte den Druck nach Belieben zu verstärken; der Schwimmer wirkt dadurch ähnlich wie die Kuppen in grofsen Gasometern. Um die unten beschriebenen Versuche anzustellen schliefst man zunächst die Hähne *a* und *h* und bläst durch den vorläufig nur oben angeschlossenen Schlauch so lange Luft in den Schwimmer, bis alles Wasser unten durch die Öse entwichen ist, dann presse man den Schlauch zu und setze ihn an den geschlossenen Hahn *a*.



Jetzt erst öffnet man *a*. Die durch die oberen Hähne abgeschlossene Luft wird zunächst zusammengedrückt und etwas Wasser steigt in die Röhren. Dann aber bewegt sich die Flüssigkeit nur, wenn man oben einen Hahn öffnet. Schon an diese Thatsache lassen sich lehrreiche Betrachtungen knüpfen (Undurchdringlichkeit der Körper, Fortpflanzung des Druckes in der Luft). Man kann nun folgende Versuche anstellen.

1. Man öffnet den Hahn links; die Flüssigkeit steigt bis zu einer gewissen Höhe, die man von *s* aus mifst.

2. Man schliefst, nachdem das Rohr sich angefüllt hat, den ersten Hahn (links), öffnet das zweite Rohr und, nachdem dieses sich angefüllt, auch das erste. Mifst man den Abstand *s*, so findet man ihn erstens in beiden Röhren gleich, zweitens auch genau gleich der vorhin erzielten Höhe u. s. f.

3. Man öffnet von vornherein die 2 Hähne links und stellt den Hahn bei *a* so, dafs die Flüssigkeit nur sehr langsam steigen kann. Die Flüssigkeiten stehen dann während des Steigens immer gleich hoch. Dasselbe wiederholt man in allen 5 Röhren und zeigt, dafs stets dieselbe Differenz innegehalten wird.

4. Man schaltet vor *a* in den Schlauch ein Gabelrohr (Fig. 6 d. Ztschr. *IX 272*) und verbindet die eine Zinke mit *a*, die andere mit einem kleinen Gefäfse, welches gefärbten Alkohol enthält. Durch den Stopfen gehen 1. ein langes Rohr in den Alkohol, 2. ein kurzes rechtwinklig gebogenes an den Schlauch der zweiten Zinke,

den man mit Quetschhahn abschliefst. Öffnet man jetzt den letzteren, sowie *a* und einen der Hähne *h*, so kann man die Druckhöhen für Wasser und Alkohol vergleichen. 3. Wiederholung desselben Versuches mit Quecksilber.

Bemerkung: Die Höhendifferenz der Wasserspiegel in dem Standglase ist gleich ss_1. Die in den Schwimmer eintretende Wassermenge ist gleich der in die Röhren steigenden, sowie der aus dem Gefäfse von *s* bis zum Stopfen verdrängten. Man kann die Versuche auch zum Teil durch direktes Einblasen von Luft anstellen. Z. B. 3., 4. u. 5., oder durch Erwärmung eines angeschlossenen Glaskolbens. Als Vorversuche mit dem Thermoskop eignen sich die Versuche 68, 97 u. 100 (diese Zeitschrift *VIII 302, IX 271 u. 272*). Wenn man beide Schläuche des Thermoskops an den Mund führt, oder auch erst durch ein Gabelrohr verbindet und Luft hineinbläst, so zeigt man zunächst, dafs in gleich weiten Rohren die Flüssigkeit unter demselben Drucke gleich hoch steigt. Der Apparat wird durch die Glasbläserei Rob. Müller in Essen zum Preise von 30 M. geliefert.

Über photographische Aufnahmen zur Erleichterung des physikalischen Unterrichts.

Von

Bruno Kolbe in St. Petersburg.

Die Anzahl der Physikstunden an den Mittelschulen steht — wenigstens bei uns in Rufsland — in keinem rechten Verhältnis zur Menge des durchzunehmenden Stoffes. Der Lehrer ist daher gezwungen: entweder, auf Kosten der Gründlichkeit, alle Gebiete flüchtiger zu behandeln, oder — soweit es zulässig ist — die wichtigsten Gebiete eingehender durchzunehmen und das übrige nur soweit zu berücksichtigen, als zum Verständnis des Zusammenhanges nötig ist. — In jedem Falle mufs alles vermieden werden, was einen unnützen Zeitverlust mit sich bringt. Hierzu gehört u. a. auch die eingehende Beschreibung von Apparaten und Versuchsanordnungen. Ganz übergehen kann man dieses nicht; und es läfst sich auch nicht leugnen, dafs der Wert, den die experimentelle Behandlung der Physik für die Schüler hat, wesentlich verringert wird, wenn die Schüler kein klares Bild von der Versuchsanordnung, resp. von der Wirkungsweise der betreffenden Apparate erhalten.

Selbst wenn der Lehrer die Zeit findet, das Experiment eingehend zu erläutern, bleibt es fraglich, ob alle Schüler genügend gut die Apparate gesehen oder den Zusammenhang richtig erfafst haben. Beim Nachlesen in dem Lehrbuch finden sie nun oft den Versuch mit anders konstruierten Apparaten angeführt, oder — was noch schlimmer ist — er fehlt ganz. Auch im ersten Falle können schwächere Schüler eine Schwierigkeit in dem Verständnis der Sache finden. (Wenigstens ist mir mehrfach gesagt worden: „Im Buche ist der Versuch ganz anders!“). Soll man deshalb auf die Verwendung besserer Apparate verzichten, weil sie „nicht im Lehrbuch stehen“? Andererseits ist es ganz unmöglich, dafs Schulbücher die neueren Apparate berücksichtigen, da oft mehrere Apparate von nahezu gleicher Güte bald nacheinander auftauchen. (Ich erinnere nur an die schon allein in dieser Zeitschr. beschriebenen Elektroskope von Szymanski *II 61*, Tomaszewski *V 140*, Schwedow *V 235*, Weiler *IX 225*, Busch *X 247*, u. A.)

Da nun ein oft grofser Unterschied zwischen den im Lehrbuche beschriebenen und den in der Stunde gesehenen Experimenten gar nicht zu vermeiden ist, so fragt es sich nur, wie dem Schüler die Auffassung der abweichenden Versuche erleichtert werden könne. Das Beste wäre es natürlich, wenn die Schüler die Versuche wiederholen könnten. Wo „Schülerübungen“, wenn auch nur fakultativ, vorgenommen werden können, wird — bei geeigneter

Leitung — die günstige Wirkung nicht ausbleiben. Leider lassen sich solche nicht überall durchführen. Zeit, die nötigen Räumlichkeiten und Apparate fehlen noch vielfach und dann ist in den gröfseren Städten der Umstand sehr störend, dafs die Schüler bisweilen einen Weg von 3, ja 5 Kilometern zur Schule zurückzulegen haben, also nicht veranlafst werden können, diese Strecke extra zu machen, und im direkten Anschlufs an die Schulstunden die Schüler zu beschäftigen, geht wohl nicht an (wenigstens bei uns, wo sie von 9—2, resp. 3 Uhr in der Schule beschäftigt sind). Es bliebe noch das alte Hilfsmittel, das „Diktieren", oder das Nachschreiben während des Vortrages. Ersteres ist zeitraubend und erfordert eine genaue Kontrolle seitens des Lehrers, da sonst sinnentstellende Fehler vorkommen können; letzteres ist erst recht mifslich. Da möchte ich mir nun einen Vorschlag erlauben, der vielleicht imstande ist, dem Schüler das Auffassen zu erleichtern und — nachdem die Vorarbeiten gemacht sind — die Physikstunde etwas zu entlasten.

Die photographischen Apparate sind jetzt so verbreitet, dafs es wohl jedem Lehrer möglich sein wird, wenigstens leihweise einen Apparat zu beschaffen und nach der Schulzeit, resp. in den Zwischenstunden, Aufnahmen von typischen Apparaten und charakteristischen Versuchsanordnungen zu machen. Die Entwickelung des Negativs kann zu gelegener Zeit zu Hause oder bei einem bekannten Amateurphotographen vorgenommen werden. Die Herstellung der Kopieen ist erst recht einfach. Erwünscht ist eine Plattengröfse von 18 × 18 cm, doch ist eine solche von 9 × 12 cm für die meisten Fälle ausreichend.

Anzufertigen wären für jede Versuchsanordnung:

No. 1. Ein Einzelbild des Hauptapparates, möglichst grofs, um etwa wichtige Einzelheiten, wie z. B. Skalen, deutlich erkennen zu lassen.

No. 2. Eine, resp. mehrere Aufnahmen der Versuchsanordnung, im richtigen Moment dargestellt (s. w. u.).

Die positiven Abzüge werden auf einen halben Bogen Bristolkarton geklebt (No. 1 oben, darunter No. 2). Unter oder neben jede der Aufnahmen von Versuchsanordnungen (also No. 2) wird eine schematische Zeichnung in gleicher Gröfse (wo nötig, mehrfarbig) beigefügt und mit Buchstaben und Ziffern versehen. Auf den übrigen Teil des weifsen Kartons kommen, in recht deutlicher Schrift, kurze Erläuterungen zu stehen. Das Ganze wird in einen Bilderrahmen gestellt, dessen starke Hinterwand in Charnieren beweglich ist und abgeschlossen werden kann. Dieser Rahmen wird — nachdem der betreffende Versuch gezeigt worden ist — in der Klasse in bequemer Augenhöhe aufgehängt und bleibt dort einige Zeit, sodafs die Schüler sich eingehend orientieren können. Falls allmählich eine gröfsere Kollektion von solchen „Klassenbildern" angelegt worden, dürfte es sich empfehlen, die Rahmen beständig in der Klasse zu lassen und von Zeit zu Zeit, nach Bedarf, die Bilder zu wechseln.

Im Notfalle könnten selbst die Photographieen fortfallen, denn auch gute schematische Zeichnungen mit Erläuterungen können Nutzen bringen und sind immer zu beschaffen.

Dieser Vorschlag hat bei meinen hiesigen russischen Fachkollegen Beifall gefunden, ebenso ein anderer: photographische Diapositive[1]) der Versuchsanordnungen (höchstens 9 × 12 cm grofs) herzustellen und vermittelst des Skioptikons zu projizieren, wenn — bei Repetitionen — ein wichtiger Versuch veranschaulicht werden soll. Das kann fast ohne Zeitverlust geschehen und gewährt die Möglichkeit, durch den Schatten eines in die austretenden Lichtstrahlen gehaltenen Bleistiftes, die Aufmerksamkeit der Schüler auf einzelne Apparatenteile richten zu können. Allerdings müssen bequeme Verdunkelungsvorrichtungen vorhanden sein.

Ich habe bis jetzt etwa ein Dutzend verschiedener Aufnahmen gemacht: Gleichgewicht am Hebel, Wurfbewegung (durch einen Wasserstrahl vor einem passend quadrierten und

[1]) Brauchbar sind nur solche Diapositive, die auf besonderen Diapositivplatten hergestellt sind (womöglich aus dünnem Spiegelglas). Sie kopieren zwar sehr langsam (wie das Positivpapier, das in gleicher Weise vergoldet, fixiert und ausgewaschen wird), geben aber gute durchsichtige, lichtstarke Bilder.

nummerierten Hintergrunde dargestellt), Reflexion und Brechung des Lichtes, elektrische Influenz, Demonstration des elektrischen Feldes, Bestimmung der Kapazität einer Leydener Flasche, das Stromgefälle in einer die Pole der Influenzmaschine verbindenden Schnur u. s. w.

Nach den Erfahrungen, die ich gemacht habe, mufs ich ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dafs die Apparate so gestellt sein müssen, dafs keiner hinter dem andern erscheint; auch mufs man nicht die Zimmerwand mit etwaigen Tafeln, Apparaten etc. als Hintergrund benutzen, da alle hier sichtbaren Gegenstände stören, sondern man verwende eine gleichförmige Fläche dazu, z. B. den Projektionsschirm, graue Pappe u. dergl. Auch darf man nicht (wie ich es anfangs that) zu viele Apparate auf einem Bild vereinigen wollen. Je übersichtlicher, um so besser.

Sehr zweckmäfsig ist es oft, wenn man, für die photographische Aufnahme, zwei gleiche Apparate gleichzeitig in Thätigkeit vorführen kann, z. B. zwei Apparate für Lichtbrechung. Hat der eine einen massiven Halbcylinder aus Crownglas, der andere einen hohlen Halbcylinder mit Wasserfüllung, so kann man gleichzeitig beide Brechungsverhältnisse erhalten, oder man setzt 2 gleiche Halbcylinder auf und stellt den einen Apparat so ein, dafs der Grenzwinkel der totalen Reflexion erreicht wird[2]), u. s. w. Dadurch erspart man eine zweite Aufnahme.

Bei Aufnahmen dieses Lichtbrechungsapparates oder der Mach'schen Kammer (vergl. *Zeitschr. f. Instrumentenkunde VII 77)* ist es gut, die Aufnahme bei vollem Tageslicht zu machen, dann — während das Zimmer verdunkelt ist — noch 1—2 Min. weiter zu exponieren, damit die Lichtlinien sich recht scharf und klar auf dem Bilde abheben.

Anfangs dachte ich daran, solche „Klassenbilder" mit dem Text durch Lichtdruck vervielfältigen und in Einzelblättern herausgeben zu lassen, indem ich mir vorstellte, dafs aus dem Kreise der Mitarbeiter und Leser dieser Zeitschrift in kurzer Zeit ein genügendes Material beschafft werden könnte. Doch wurde mir von dem Herausgeber dieser Zeitschrift der sehr berechtigte Einwand gemacht, dafs — wegen der Verschiedenheit der Apparate — eine solche Kollektion nur wenig Verbreitung finden könne. Das mufs ich zugeben, und beschränke mich daher auf den Vorschlag, dafs diejenigen Kollegen, die, gleich mir, einen Übelstand in der abweichenden Behandlung des Lehrbuches empfunden haben, den Versuch machen möchten, solche „Klassenbilder" — mit oder ohne Photographieen (s. o.) — herzustellen und in Gebrauch zu nehmen[3]). Wenn sie dann über den Erfolg der Redaktion dieser Zeitschrift Mitteilung machten, so könnte auf Grund der gewonnenen Erfahrungen vielleicht manches verbessert werden; oder — das Bessere ist des Guten Feind — es findet jemand ein zweckmäfsigeres Mittel.

Möge diese Anregung dazu verhelfen, den physikalischen Unterricht zu erleichtern. Ob auf dem angedeuteten, oder einem anderen, geeigneteren Wege, ist ja gleichgiltig, wenn es nur geschieht.

---

[2]) Bei dem in dieser *Zeitschr. IX 20* beschriebenen Lichtbrechungsapparat ist unten ein drehbarer Spiegel mit einem festen Diaphragma angebracht. Mit Hilfe dieses Spiegels kann man bei jedem Apparat gleichzeitig einen zweiten Lichtstrahl durch den Halbcylinder schicken. Hält man vor dem Spiegel in den Gang der Sonnenstrahlen in vertikaler Stellung ein feines Gitter (Stäbe und Lücken je 1 mm breit), so erscheint dieser Strahl auf der Scheibe des Apparates unterbrochen, etwa so: — — — —. Bei Versuchen in der Klasse ist es natürlich einfacher, durch eine farbige Glasplatte den einen Stahl rot oder blau erscheinen zu lassen. Mein nach Dubrowskys Angaben konstruierter, sehr handlicher Heliostat giebt ein Lichtbündel von 14 cm Durchmesser, sodafs man, mit Hilfe zweier paralleler kleiner Planspiegel, genügend Licht ablenken kann.

[3]) Eine Kollektion dieser Art könnte jungen Fachkollegen oder dem Amtsnachfolger, resp. Vertreter, der die Apparate noch nicht durchprobiert hat, sehr dienlich sein. Mir selbst sind Skizzen von besonders gelungenen Versuchsanordnungen (fremden wie eigenen) später oft von grofsem Nutzen gewesen. Besonders wertvoll waren die Notizen über die Stellung und die Entfernung einzelner Apparate, z. B. für ein objektives Spektrum, u. s. w.

Kleine Mitteilungen.

Der Condensator im Wechselstromkreis.

Von **W. Weiler** in Efslingen.

Ein Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, der in regelmäfsiger Folge, mit der Stärke Null beginnend, bis zu einer bestimmten Grenze ansteigt, dann wieder bis Null abfällt und hierauf in entgegengesetzter Richtung nach demselben Gesetze anwächst und abnimmt.

Ein Condensator oder Verdichter, z. B. eine Franklinsche Tafel, eine Leydner Flasche, ein Kabel, ist eine Vorrichtung, in der parallele Leiter, die Belege, durch einen Nichtleiter getrennt sind. Werden den Belegen Elektrizitätsmengen von entgegengesetzten Zeichen zugeführt, so erlangen diese Belege eine Potentialdifferenz (einen Spannungsunterschied), deren Höhe den zuströmenden Elektrizitätsmengen proportional ist. Beim Anlegen der Elektrizitätsquelle an die Belege beginnen diese sich allmählich zu laden; verbindet man hierauf die Belege durch die beim Laden gebrauchten Zuführungsdrähte mit einander, so entsteht ein entgegengesetzt gerichteter Entladestrom, dessen Kurve von der Ladungskurve der Lage nach zwar verschieden, ihr der Gestalt nach aber congruent ist.

Schaltet man nun den Condensator in einen Wechselstromkreis ein, so wird er geladen, entladen, entgegengesetzt geladen, wieder entladen u. s. w. und durch die Leitung fliefst ein Wechselstrom, dessen Stärke von der elektromotorischen Kraft (E.M.K.) der Stromquelle, von der Aufnahmefähigkeit oder Kapazität des Condensators und von der Gröfse des Widerstandes des Stromkreises abhängt. Die Potentialdifferenz der Condensatorbelege ist gegen die E.M.K. der Stromquelle nur um den Spannungsverlust kleiner, den der Lade- und Entladestrom in der Leitung erleidet.

Um nun die Vorgänge bei den Ladungen und Entladungen der Condensatorbelege anschaulich zu machen, geben Bedell und Crehore *„Alternating currents," New-York 1893, deutsch von A. Buchener, Berlin, J. Springer, S. 230* das durch Fig. 1 erläuterte analoge Beispiel aus der Mechanik.

Der Condensator wird durch einen Glasballon dargestellt, in dem durch einen Kolben *K* Wasser verschoben werden kann. Wir nehmen zunächst den einfachsten Fall an: der Kolben werde direkt von der Hand in dem vollkommen cylindrischen Glasrohr hin- und herbewegt und das Glasrohr sei an die Glaskugel angeblasen oder umgekehrt die Kugel an das Rohr. Der elektrische Strom wird durch den in den Ballon ein- und ausdringenden Wasserstrom versinnlicht, die Potentialdifferenz der Belege durch die jeweilige Spannung der eingeschlossenen Luft und die veränderliche Klemmenspannung der Stromquelle durch die mit der Geschwindigkeit der Bewegung wechselnde Kraft, mit welcher der Arbeitskolben im Glascylinder hin- und hergeschoben wird. Auch sei der Druck der im Ballon eingeschlossenen Luft gleich dem Druck der äufsern Luft zu der Zeit, in welcher sich der Kolben *K* in der Mitte seines Weges befindet.

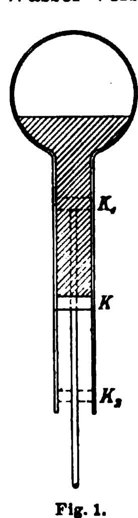


Fig. 1.

In dieser Stellung hat *K* seine gröfste Geschwindigkeit, die Spannung und Ladung im Ballon sind aber Null, da ja der Druck der Luft innerhalb und aufserhalb des Gefässes derselbe ist.

Ist hierauf der Kolben in K_1, seiner höchsten Lage, angekommen, so wird die Luft im Ballon am stärksten geprefst, ihre Spannung ist am gröfsten und ebenso die Spannungsdifferenz der Condensatorbelege, auch die Wasser- und Elektrizitätsmengen haben ihr Maximum erreicht, die Stromstärke ist aber in diesem Augenblick Null, weil der Kolben im Umkehren begriffen ist. In der Zeit also, in welcher die Spannungsdifferenz der Belege ihr positives Maximum erreicht, ist der positive Ladestrom Null und wechselt seine Richtung.

Stellt man Strom und Potentialdifferenz (E.M.K.) durch Wellenzüge dar (Fig. 2), so eilt die Welle der Potentialdifferenz *EMK* der Stromwelle *J* um eine Viertelwelle voraus. Der Punkt *b* auf der Abscissenachse *XY* (Fig. 2) entspricht der Stellung des Kolbens in K_1 (Fig. 1)

und dem Minimum des Stromes, der zugehörige Punkt f der Kurve EMK der höchsten Spannung der eingeschlossenen Luft und diese der Spannungsdifferenz der Condensatorbelege.

Während der Kolben von K_1 zurück nach K bewegt wird, wirkt der Druck der zusammengepreſsten Luft in derselben Richtung, in welcher das Wasser mit dem Kolben flieſst, daher befinden sich die Wellenteile ihrer Kurven auf derselben Seite der Abscissenlinie fg und bc. Wenn der Strom wieder durch K geht, erreicht er seine gröſste negative Geschwindigkeit (c), die Spannung wird wieder Null (g), von da an aber positiv und wirkt wieder der negativen Stromrichtung entgegen (gh, ci). Die Wellenlinie läſst erkennen, daſs der Druck der eingeschlossenen Luft, d. h. die Condensatorspannung (E.M.K.) um eine Viertelperiode früher die nämliche Phase besitzt als die Stromstärke.

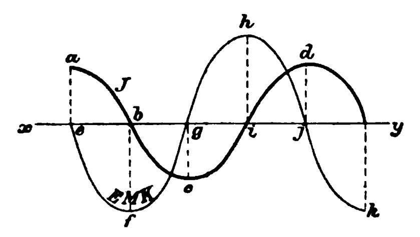
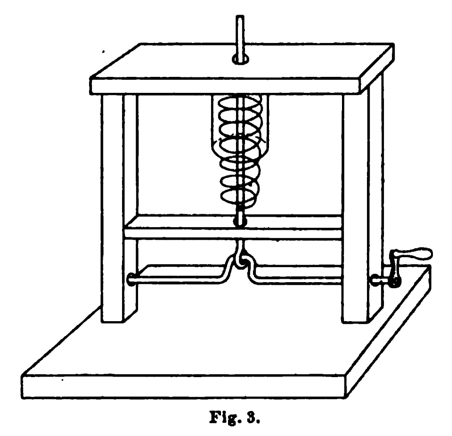


Fig. 2.

In der angegebenen Form ist aber die Vorrichtung der Fig. 1 nur ideell; in Wirklichkeit muſs man sie abändern. Das Glasrohr muſs an den Ballon angekittet werden; es soll eine solche Weite haben, daſs der Kolben einen ziemlich weiten Weg zurückzulegen hat, bis der Ballon höchstens zu Zweidrittel gefüllt wird. Der Kolben wird durch eine Kurbelwelle oder eine Excenterscheibe angetrieben; der Wasserzu- und abfluſs im Ballon entspricht dann dem Lade- und Entladestrom der Condensatorbelege. Ferner kann die Spannungszu- und abnahme im Ballon dadurch sichtbar gemacht werden, daſs man den Ballon so wählt, daſs eine dünne Gummiplatte mit Faden darauf befestigt werden kann, nachdem das Wasser bei der Stellung K des Kolbens eingefüllt worden ist. Will man die Bewegung dieser Membran auf gröſsere Entfernung sehen lassen, so bringt man darüber einen doppelarmigen Hebel mit hölzernen Armen an, wovon der kürzere Arm auf der Platte aufliegt, oder läſst man durch die Platte einen kleinen Spiegel bewegen, der seine kleinen Bewegungen durch einen Lichtstrahl vergröſsert; endlich könnte man ein Quecksilbermanometer auf den Ballon setzen.

Noch einfacher und nicht weniger anschaulich dürfte man diese etwas verwickelten Vorgänge mit einer leicht herzustellenden Drahtspirale nachweisen können (Fig. 3.) Ihre Dimensionen richten sich nach der Gröſse des Zuschauerkreises. Für einen kleineren Kreis genügt eine Spirale von 1 cm Weite, 1 bis 1,5 mm Drahtdicke und 20 bis 30 cm Länge. Man hängt sie senkrecht an einem Holzgestell in einer Glasröhre auf, hebt und senkt sie mittels Kurbelwelle oder besser noch mittels Excenterscheibe; ein Führungsstift geht durch die ganze Spirale. Der Glasrohrinhalt entspricht der Kapazität des Condensators, die eindringenden Windungen entsprechen dem Wasserfluſs und dem elektrischen Strom, die zusammengedrückten Spiralwindungen lassen auf ihre Spannung schlieſsen; diese zeigt sich aber noch deutlicher, wenn man die Kurbel plötzlich frei läſst. Die Spannung der Spirale muſs Null sein, wenn die Kurbel horizontal steht. Durch zwei schmale Querleisten am Gestell kann man noch die Punkte K_1 und K_2 bezeichnen, d. h. die höchsten und niedersten Punkte.


Fig. 3.

Die Vorgänge in den Ankerwindungen einer Grammeschen Maschine.

Von **A. Kadesch** zu Wiesbaden.

Um auf auſserordentlich einfache Weise, sozusagen mit einem Blick, die in den Ankerwindungen einer Grammeschen Maschine stattfindenden Vorgänge zu übersehen — nicht zum Zweck einer streng wissenschaftlichen Ableitung — kann man sich einer von Herrn Dr. Kaiser zu Wiesbaden herrührenden Idee bedienen. Diese besteht darin, daſs

man sich die Ampèreschen Randströme eines Magnets durch einen einzigen, die Indifferenzstelle umfliefsenden stärkeren Ampèrestrom ersetzt denkt, welcher Mittelstrom heifsen möge. Denkt man sich also nach Schellen den Ring der durch Fig. 1 schematisch dargestellten Maschine den Polen der Feldmagnete gegenüber durchschnitten, so sind die entstehenden Halbringmagnete durch zwei Mittelströme (*a* und *b* der Fig. 2) ersetzbar. In Fig. 2 sind die Halbringe ein wenig auseinandergerückt gezeichnet und die Richtungen, welche die Mittelströme auf der vorderen, dem Beschauer zugekehrten Seite haben, durch Pfeilspitzen angegeben. Bei der in Fig. 1 angedeuteten Drehrichtung des Ankers nähern sich nun seine gerade links befindlichen Windungen dem Mittelstrom *a* und entfernen sich von dem Mittelstrom *b*, während sich die rechten Windungen dem Mittelstrom *b* nähern und von dem Mittelstrom *a* entfernen. Demnach werden nach dem Lenzschen Gesetz in den linken Windungen elektromotorische Kräfte wachgerufen, die zu *a* entgegengesetzt gerichtete (zu *b* gleichgerichtete) Ströme erzeugen; in den rechten Windungen dagegen entstehen elektromotorische Kräfte, die zu *b* entgegengesetzt gerichtete (zu *a* gleichgerichtete) Ströme hervorrufen. Die Richtungen, welche die so links und rechts induzierten Ströme besitzen, sind in Fig. 1 durch Pfeilspitzen dargestellt. Alle diese Ströme fliefsen bei *c* zusammen und durch die obere Schleifbürste *d* (Fig. 1) aus der Armatur aus.

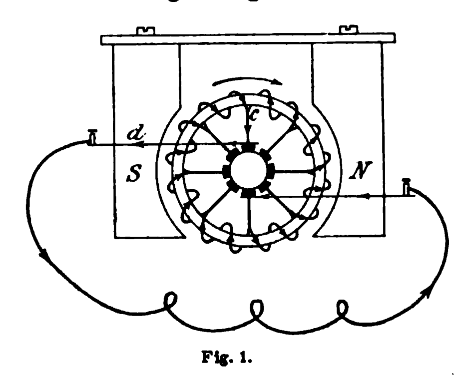


Fig. 1.

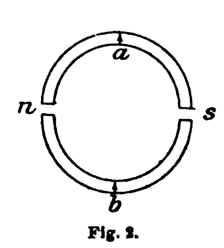


Fig. 2.

Da die elektromotorische Kraft jeder Windung beim Vorübergehen an *a* und *b* ihr Zeichen ändert, so mufs erstere auf dem Weg von einem dieser Mittelströme zum anderen von Null bis zu einem Maximum zunehmen, das in der Mitte des Weges erreicht wird, und dann wieder bis Null fallen.

Ein neuer Versuch mit den Hertzschen Spiegeln.

Von O. Leppin zu Berlin.

Dafs Wärme den Leitungswiderstand vergröfsert, läfst sich auf sehr leichte Weise mit dem empfangenden Hertzschen Spiegel nachweisen.

Zu diesem Zwecke schaltet man ein empfindliches Vertikalgalvanometer mit einem kleinen Leclanché-Element und dem Branlyschen Cohaerer des Empfängers in einen Stromkreis, erzeugt mit dem Sender elektrische Wellen, die einen Ausschlag des Galvanometers bewirken, und läfst nun die Galvanometernadel in der Auslage zur Ruhe kommen. Man hat also durch die elektrischen Wellen den Widerstand der Spänchen im Cohaerer vermindert und dadurch einen Ausschlag der Nadel ermöglicht. Berührt man jetzt ganz vorsichtig den Cohaerer mit der Hand, ohne ihn zu erschüttern, so wird die Wärme der Hand den Widerstand der Metallspänchen derartig vergröfsern, dafs die Nadel des Galvanometers sogleich auf Null zurückgeht. Nimmt man die Hand ganz fort, so wird die Nadel wieder ausschlagen, ein Beweis, dafs man zuvor nur Widerstand hervorgerufen, nicht aber jenen starrkrampfartigen Zustand der Spänchen aufgehoben hatte. Erschüttert man dagegen den Cohaerer, so wird die Nadel endgültig auf Null zurückkehren. Es ist nicht einmal erforderlich, den Cohaerer zu berühren, einfaches Nähern der Hand oder vorsichtiges Umschliefsen der Röhre ohne Berührung sind ausreichend, die gleichen Ergebnisse hervorzurufen.

Thermoströme werden nicht in dem Cohaerer erzeugt; denn einerseits kehrt die Nadel des Galvanometers nur bis auf Null zurück und schlägt nicht nach der anderen Seite über Null hinaus aus, andererseits tritt auch kein Ausschlag der Nadel durch die Berührung mit der Hand ein, wenn das Galvanometer sich im Ruhezustand befindet.

Eine elementare Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes aus dem ersten Keplerschen Gesetz.

Von **H. Oppler** in Berlin.

Der folgende Versuch einer Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes setzt aus der analytischen Geometrie nur die Formel für den Inhalt der Ellipse und die Mittelpunktsgleichung dieser Kurve voraus. Da die analytische Geometrie in den Lehrplan der Prima aufgenommen ist, scheint einer solchen Voraussetzung nichts entgegenzustehen, zumal die Primaner gerade jene beiden Formeln meist leicht verstehen und gut behalten.

Die Sonne befinde sich im Punkte S (Fig. 1). Dann ist nach dem 1. Keplerschen Gesetz die Bahn eines Planeten eine Ellipse, deren einer Brennpunkt S ist. Die Halbachsen der Ellipse seien a und b, ihre lineare Excentricität e. Der Planet befinde sich im Perihel A, seine Geschwindigkeit in diesem Punkte sei v, seine Umlaufszeit T und seine Masse $=1$. Für Punkte

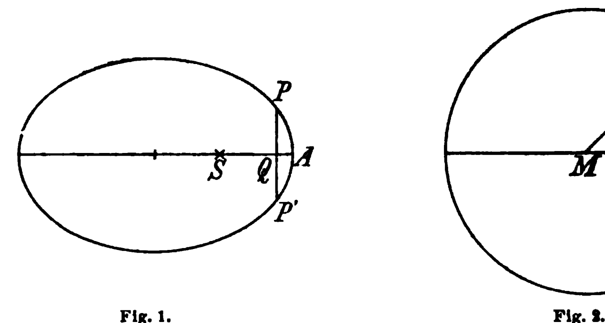


Fig. 1. Fig. 2.

in der Nähe von A kann man die Ellipse durch einen Kreis ersetzen, welcher drei benachbarte Punkte A, P und P' (Fig. 2) mit derselben gemeinsam hat. P und P' seien so gewählt, dafs $AP=AP'$ ist; PP' schneide AS in Q, es sei $AQ=d$, $PQ=y$, der Radius des Kreises ϱ und sein Mittelpunkt M. Dann mufs auf den Planeten, um ihn in seiner Bahn zu erhalten, die Centralkraft $k=\frac{v^2}{\varrho}$ wirken (s. Anm.). In der kleinen Zeit τ wird der Planet vermöge der Geschwindigkeit v die Strecke $v\tau$ zurücklegen. Demnach wird die von dem Brennstrahl SA in der Zeit τ beschriebene Fläche $\frac{1}{2}\,v\tau\cdot AS=\frac{1}{2}\,v\tau\,(a-e)$ sein. Da nun nach dem Flächensatze in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschrieben werden, so ist die in der Zeit T beschriebene Fläche $=\frac{v\,(a-e)}{2}\cdot T$. Es ist also:

$$\frac{v\,(a-e)}{2}\,T=\pi\,ab,\text{ gleich dem Inhalte der Ellipse, und}$$

$$v=\frac{2\pi\,ab}{T(a-e)}.$$

Ferner folgt aus dem rechtwinkligem Dreieck MPQ:

$$\varrho^2=(\varrho-d)^2+y^2,\ \varrho=\frac{y^2+d^2}{2d}.$$

P ist aber auch ein Punkt der Ellipse; seine Coordinaten sind $a-d$ und y. Folglich ist:

$$b^2\,(a-d)^2+a^2\,y^2=a^2\,b^2$$

$$y^2=\frac{2\,ab^2\,d-b^2\,d^2}{a^2}$$

$$\varrho=\frac{2\,ab^2+(a^2-b^2)\,d}{2\,a^2}.$$

Lassen wir jetzt P und P' mit A zusammenfallen, so wird $d=0$ und wir erhalten:

$$\varrho=\frac{b^2}{a}$$

$$k=\frac{v^2}{\varrho}=\frac{4\,\pi^2\,a^2\,b^2}{T^2\,(a-e)^2}\cdot\frac{a}{b^2}=\frac{4\,\pi^2\,a^3}{T^2\,(a-e)^2}.$$

Nehmen wir nun an, dafs ein zweiter Planet sich in einer anderen Ellipse bewegt, für welche das Verhältnis $\frac{a'^3}{T'^2}$ dasselbe ist, wie vorher, so wird sein Abstand von S im Perihel $a' - e'$ ein anderer sein. Dann ist die auf die Einheit seiner Masse wirkende Kraft

$$k' = \frac{4\pi^2 a'^3}{T'^2 (a' - e')^2} = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2 (a' - e')^2}.$$

k ist also umgekehrt proportinal dem Quadrat der Entfernung von S, q. e. d.

Betrachten wir jetzt zwei Planeten, die sich in beliebigen elliptischen Bahnen bewegen. Auf den einen mögen sich wieder die Buchstaben k, a, T, auf den anderen k', a', T' beziehen. Dann ist die Kraft, die in der Entfernung 1 auf die Einheit der Masse bei beiden wirkt,

$$k = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$$

und

$$k' = \frac{4\pi^2 \cdot a'^3}{T'^2}.$$

Da diese Ausdrücke also gleich sind, so verhalten sich die Quadrate der Umlaufzeiten wie die Kuben der mittleren Entfernungen von der Sonne. (3. Keplersches Gesetz.)

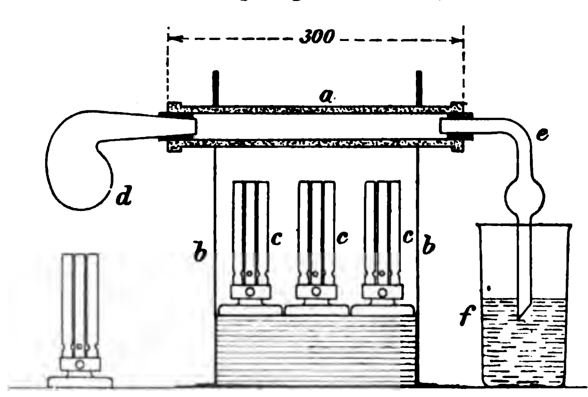
Es ist selbstverständlich, dafs die beim ersten Beweise gemachte Annahme, dafs für den zweiten Planeten $\frac{a^3}{T^2}$ denselben Wert besitze, eigentlich überflüssig ist. Denn nach dem 3. Gesetz ist sie stets erfüllt. Es schien aber angemessen, den Gang des Beweises dort nicht zu unterbrechen und das 3. Gesetz besonders abzuleiten.

Anmerkung. Es könnte scheinen, als ob die in S wirkende Kraft noch eine tangentiale Componente haben müfste, welche die Änderung der Geschwindigkeit bedingt. Da aber die in A an die Ellipse gelegte Tangente auf AS senkrecht steht, so ist die tangentiale Componente für den Punkt A gleich Null.

Dissociation von Salmiak.

Von Dr. **August Harpf** in Przibram.

Bekanntlich waren es Pebal und Than, welche die Dämpfe des dissociierten Salmiaks zuerst durch ein Diaphragma trennten, indem das spezifisch leichtere Ammoniak bedeutend rascher durch dasselbe hindurch diffundiert als der specifisch schwerere Chlorwasserstoff. Um diesen Vorgang nun in der Vorlesung rasch zeigen zu können, habe ich folgenden einfachen Apparat zusammengestellt.



a ist ein gebranntes unglasiertes Thonrohr, welches auf einem Blechgestell b ruht und mittelst der mehrfachen Brenner $c\,c\,c$ stark erhitzt werden kann. Links ist mittelst eines Korkstopfens die Retorte d eingesteckt, in welcher Salmiak mittelst des untergestellten mehrfachen Brenners zum Verdampfen gebracht wird. Rechts ist ebenso ein knieförmiges Rohr e eingesteckt, welches kugelförmig aufgeblasen und unten schief abgeschnitten ist, um das Zurücksteigen der Flüssigkeit aus f zu vermeiden. In f befindet sich Wasser, welches durch ein paar Tropfen Lackmustinktur und 1 Tropfen Ammoniak deutlich blau gefärbt ist. Man erhitzt zuerst das Rohr a, dann den Salmiak. Sowie die Dämpfe desselben in das heifse Rohr a gelangen, tritt die Dissociation ein, das Ammoniak diffundiert durch die Thonwände, während das spezifisch schwerere Chlorwasserstoffgas weiter strömt und die Lackmustinktur in f rot färbt. In fünf Minuten ist der ganze Versuch beendigt.

Für die Praxis.

Die Funkentelegraphie in der Schule. Von Prof. **Emanuel v. Job** in Triest. Die Funkentelegraphie läfst sich mit den in jedem physikalischen Kabinette vorhandenen Lehrmitteln durch folgende Anordnung mit befriedigendem Erfolge vorführen:

Man stellt dem einen Pole einer Influenz-Maschine (*A*, Fig. 1), deren anderer Pol mit der Erde verbunden ist, eine isolierte Metallkugel (*B*) gegenüber, die durch einen Draht mit einer Metallplatte (*C*) von einigen qdm Oberfläche verbunden ist. Solange die Influenzmaschine im Betriebe ist, geht von ihrem einen Pol auf die isolierte Metallkugel ein dauernder Funkenstrom über, der elektrische Wellen erzeugt und dadurch den Empfänger (Fig. 2) erregt, dessen Morseschreiber (*M*) eine ununterbrochene Reihe von Punkten aufzeichnet. Unterbricht man jedoch den Funkenstrom und somit die Reihenfolge der Punkte, indem man zwischen den Maschinenpol und die Metallkugel eine Hartgummischeibe entsprechend ein- und ausschaltet oder den Pol mit der Hand abwechselnd berührt, so erhält man auf dem Papierstreifen des Schreibers kürzere oder längere Reihen von Punkten, die den Punkten und Strichen der Morseschrift entsprechen. Bei einiger Übung ist man imstande, auf diesem einfachen Wege deutliche Zeichen zu übermitteln.

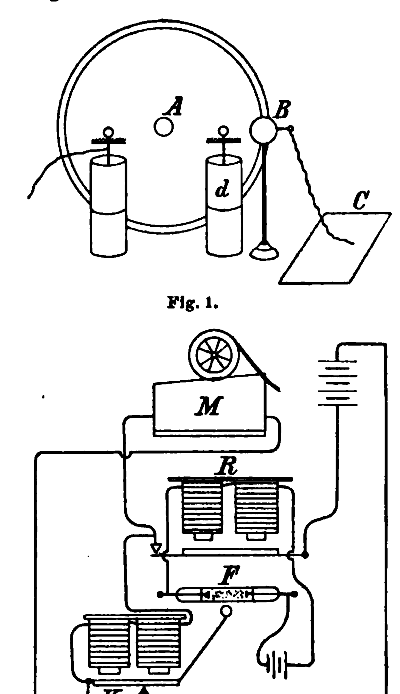


Fig. 1.

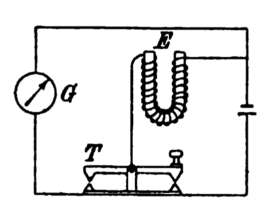
Fig. 2.

Die Anordnung des Empfängers (Fig. 2) ähnelt der Einrichtung Marconis, weicht jedoch insofern davon ab, als die stärkere Batterie des Empfängers nicht mit dem Elektromagneten, sondern mit dem Unterbrecher des Klopfers verbunden ist. Dadurch wird das Anhaften des Klopferankers (*K*) an dem Elektromagneten vermieden. Das Relais (*R*) kann ein deutsches oder englisches sein, mufs aber sehr fein eingestellt werden. Der Unterbrecher ist ein gewöhnliches Rasselwerk, das so gestellt sein mufs, dafs der Klopfer sich in einer vertikalen Ebene bewegt. An Stelle der Glocke tritt der Fritter (*F*). Der Fritter kann aus einer 4—5 cm langen Glasröhre bestehen, in der zwischen zwei verstellbaren Kupferscheibchen grobe Eisenfeilspäne sich befinden. Die Scheibchen sind an zwei Drähten, die je einen Blechflügel tragen, angelötet.

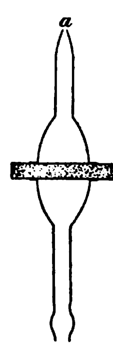
Anmerkung: Statt der Metallplatte kann mit Vorteil ein isolierter wagrechter Kupferdraht von 1—2 m Länge mit dem Entlader der Influenzmaschine in Verbindung gebracht werden. Dann mufs aber auch ein Pol des Fritters mit einem ebensolangen, wagerechten isolierten und parallel zu dem ersteren ausgespannten Drahte verbunden und der andere Pol an Erde gelegt werden. Auf diese Weise kann bis auf eine Entfernung von 20 m telegraphiert werden. Um die Zeichen auch akustisch wahrnehmbar zu machen, kann man parallel zu dem Morseschreiber eine elektrische Glocke schalten.

Zur Demonstration des Extrastromes. Von Dr. **A. Schmidt** in Friedenau. Zur Demonstration des Extrastromes können neben dem von Herrn Geschöser in dieser Zeitschr. *XI 83* beschriebenen Apparat auch beliebige Spulen dienen, die zu andern Zwecken in der physikalischen Sammlung sich befinden. Ich bin auf einen solchen Versuch aufmerksam geworden durch einen kleinen Elektromagneten, der zur Öffnung einer Gartenthür dient. Wenn man hier mit dem einen Finger den Stift, mit dem andern das metallene Gehäuse des Druckknopfes berührt, so erhält man bei der Unterbrechung des Stromes einen auffallend kräftigen Schlag. Im Unterricht benutze ich zur Demonstration den Kohlschen Elektromagneten *E* zum Waltenhofenschen Pendel gehörig (1925 im *Katalog No. 9*) und ein Vertikalgalvanometer *G* (*Keiser & Schmidt No. 1096*); die beigefügte Skizze zeigt die Anordnung, in

der natürlich der Morsetaster T auch durch andere Apparate ersetzt werden kann, die einen schnellen Wechsel der Verbindung gestatten. (Herr Spies, dem in der Urania ein grofser Elektromagnet zur Verfügung steht, kann sogar eine Glühlampe durch den Extrastrom speisen.) Endlich habe ich auch unter noch gröfserer Beschränkung den Extrastrom dadurch demonstriert, dafs ich auf zwei Stellen einer elektrischen Klingel, zwischen denen die Unterbrechungsstelle des Hammers liegt, zwei Finger einer Hand fest auflegen liefs. Hier erhielt man bei einer kleinen Klingel (5 M.) und einem kleinen Flaschenelement schon deutliche, wenn auch schwache Schläge. — Hat man auf die eine oder andere Weise durch Glühen, magnetische oder physiologische Wirkung die Stärke des Extrastromes gezeigt, so kann man auch darauf hinweisen, dafs der Funke eines Wagnerschen Hammers (besonders beim Induktionsapparat) nicht auf den Batterie-, sondern auf den Extrastrom zurückzuführen ist.

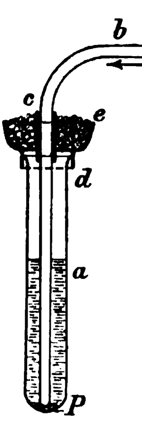


Demonstration der Porosität von Steinplatten. Von J. Deisinger in Wien. An eine ziemlich dichte Sandsteinplatte (ca. 8 × 8 cm, $1^1/_2$ cm Dicke) ist jederseits ein Glastrichter gekittet. Die Röhre des oberen ist in eine Spitze ausgezogen, die des unteren zum sicheren Anstecken eines Gasschlauches passend geformt. Die Steinplatte kann aufserhalb der Trichter mit einem durchsichtigen Lack gestrichen sein, was den Effekt der Versuche nicht unwesentlich erhöht, aber nicht unbedingt notwendig ist, da es vielleicht die Deutlichkeit des Apparates beeinträchtigt.



Richtet man die Spitze gegen die Flamme einer Wachskerze und bläst durch *b*, so gelingt es leicht, die Flamme auszulöschen. Verbindet man *b* durch einen Schlauch mit einer Gasleitung, so kann man das Gas an der Spitze entzünden. Man thut gut, mit dem Entzünden einige Minuten zu warten, bis die Luft sicher vertrieben ist. Verwendet man zu diesem Versuche eine mit Leuchtgas gefüllte Tierblase, auf welche man mit der Hand drückt, so erhält man eine bedeutend gröfsere Flamme. — Es dürfte die Demonstration dieser Erscheinung wegen des Hinweises auf die Ventilation bewohnter Räume durch die Wände, auf die Schädlichkeit des Ölanstriches bei Gebäuden u. s. w. nicht unwichtig sein[1]).

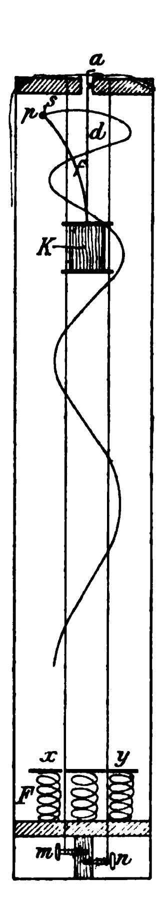
Verbrennen von Phosphor unter Wasser. Von Dr. August Harpf in Przibram. Ein sehr schöner Versuch, Phosphor unter Wasser durch Zuleiten von Sauerstoff zu verbrennen, ist in Heumanns „Anleitung zum Experimentieren" II. Aufl. 1893 S. 364 beschrieben. Der dort gezeichnete Apparat zeigte jedoch den Übelstand, dafs durch die Gewalt des Sauerstoffgasstromes Phosphortröpfchen auch bei vorsichtigem Arbeiten herausgeschleudert wurden und dadurch den Vortragenden gefährden. Ich habe diesen Versuch nun durch eine einfache kleine Abänderung zu einem ungefährlichen gestaltet. *a* ist das Probierglas, in welchem sich Wasser und unten etwas Phosphor befindet und welches zum Schutz noch in ein gröfseres Becherglas mit Wasser eingestellt und in diesem vorsichtig erhitzt wird. *b* ist das Messingröhrchen zum Zuleiten des Sauerstoffes. Über dieses Rohr *b* habe ich nun eine Hülse *c*, aus einem etwas weiteren Messingrohr bestehend, geschoben, an welche Hülse an einem Querboden ein kurzer Hohlcylinder *d* nach unten und ein etwas erweitertes Gefäfs *e* (beide aus Messingblech) nach oben angelötet sind. Das Ganze ist verschiebbar und pafst mit dem cylindrischen Teil *d* auf die Öffnung des Probierglases. Der gefäfsartig erweiterte obere Teil *e* wird mit Eis oder Schnee oder auch mit kaltem Wasser gefüllt, während der Versuch in gewöhnlicher Weise nach Heumann durchgeführt wird. Die vom Sauerstoffstrom mit heraufgewirbelten Phosphortröpfchen setzen sich innerhalb des unteren Teiles *d* der Hülse an und bleiben dort kleben, ohne gefährlich werden zu können.



[1]) Den Apparat liefert der Glaskünstler Woytacek, Wien VII. 1. Westbahnstr. 3 zum Preise von 2 M.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.



Eine einfache Fallmaschine beschreibt Robert Neumann in den *Period. Blättern f. naturk. u. math. Schulunterrricht V 21, 1898.* Sie besteht aus einem 2 m langen, lotrechten, möglichst ebenen und mit Papier bespannten Brette von 22 cm Breite. Oben und nahe dem unteren Rande sind 2 Brettchen rechtwinklig angesetzt, und zwischen diesen mittels Schrauben 2 Drähte (Klaviersaiten) parallel gespannt, die dem fallenden Körper, einem aus hartem Holze gefertigten und mit Bleischrot gefüllten Kästchen *K*, als Führung dienen. Am oberen Deckel des Kästchens ist ein Draht *d* befestigt, mit dem es an der einfachen Auslösevorrichtung *a* hängt. In einem Schlitz des Deckels ist ein 13 mm breiter elastischer Stahlstreifen *f* so eingeklemmt, dafs er beim Schwingen die Führungsdrähte nicht berührt. Das obere Ende des Stahlstreifens ist zu einer engen Röhre umgebogen, durch die sich ein Pinsel *p* streng einschieben lässt. Der federnde Stahlstreifen wird vor dem Versuche seitwärts gebogen und von einem in das Brett geschraubten Stifte *s* in dieser Lage festgehalten. Zieht man die Auslösevorrichtung an, so fällt das Kästchen, die Feder verläfst gleichzeitig den Stift und beginnt ihre isochronen Schwingungen, wobei der Pinsel die Fallkurve auf das Papier zeichnet, aus der man die Fallgesetze mit ausreichender Genauigkeit herleiten kann. Zum Aufspannen verwendet man Rollenpapier, das man in Streifen von geeigneter Breite schneidet und mit Reissnägeln befestigt. Den Pinsel befeuchtet man mittels einer Schreibfeder stark mit dünnflüssiger Tinte. Zur Abschwächung des Stofses dienen drei am Bodenbrett befestigte starke Spiralfedern oder ein mit Sand gefülltes Kästchen. Durch Neigen des Brettes kann man auch die Gesetze des Falls auf der schiefen Ebene ableiten. Will man dabei das Aufspannen eines neuen Papierstreifens ersparen, so verwende man bei diesem Versuche rote Tinte zur Befeuchtung des Pinsels. *H. H.-M.*

Einfacher Versuch zur Bestimmung der Ausdehnung des Wassers durch die Wärme. Von M. Mittag. Man spanne eine Kochflasche, Literkolben, in ein Stativ und zwar in schräger Stellung, so dafs der Hals der Flasche mit der Vertikalen etwa einen Winkel von 45° bildet, fülle dieselbe mit 1 abgemessenen Liter abgekochten oder destillierten Wassers bis zum Überlaufen; nötigenfalls sind noch einige ccm Wasser nachzufüllen. Vorher bringt man noch ein in das Wasser tauchendes Thermometer an. Nach Feststellung der Anfangstemperatur erhitzt man und fängt das überlaufende Wasser in einer Schale auf. Nach einem beliebigen Temperaturintervall wird die Endtemperatur abgelesen, die Schale durch eine andere ersetzt und die Anzahl der zuerst ausgeflossenen ccm Wasser mit einem Mefscylinder bestimmt. Man findet, dafs der Ausdehnungscoefficient bei höherer Temperatur gröfser ist. Hatte man bei 20° 1002 ccm in der Flasche, so sind bei 50° etwa 10, bei 80° jedoch 27 ccm ausgeflossen. Zur Controlle kann man sich der folgenden Tabelle (nach Volkmann) bedienen: 1 Liter Wasser von 0° mifst bei 20° 1002 ccm, bei 30° 1004, 40° 1008, 50° 1012, 60° 1017, 70° 1023, 80° 1029, 90° 1036, 100° 1043 ccm. *(Period. Blätter f. nat. u. math. Unt., 1897, IV S. 66.)*

---

2. Forschungen und Ergebnisse.

Das Zeemannsche Phänomen. Zum Zwecke genauerer Messungen versucht Zeemann *(Phil. Mag. 45, 197; 1898),* die Strahlungserscheinung im magnetischen Felde photographisch zu fixieren. Geht der Lichtstrahl parallel zu den Kraftlinien, so wird nach den mit der Lorenzschen Theorie übereinstimmenden Beobachtungen Zeemanns *(d. Ztschr. X 159, 1897)* eine Spektrallinie verdoppelt; es entsteht ein „Doublet“, dessen Teile entgegengesetzt circular polarisiert sind. Geht das Licht senkrecht zu den Kraftlinien, so wird die Linie ver-

dreifacht; es entsteht ein „Triplet", dessen Seitenteile dem mittelsten entgegengesetzt linear polarisiert sind. Von den drei Linien eines „Triplets" wird die mittlere durch ein Nicol unter drückt und die Entfernung zwischen den beiden äufseren Componenten gemessen. Hierzu wurden zwei photographische Negative hergestellt, das eine mit und das andere ohne magnetisches Feld. Das Spektrum wurde durch ein Rowlandsches Gitter entworfen. Die Elektroden waren aus verschiedenen Metallen, und das Magnetfeld war sehr kräftig. Die Messungen bezogen sich vorläufig nur auf einen kleinen Teil des Spektrums und sollen später ausgedehnt werden. Mit einem Mikroskop konnten Hundertstel Millimeter direkt gemessen und Tausendstel geschätzt werden. Bei einem Spektrum mit scharfen Linien, wie Zink und Cadmium, waren die Messungen sehr genau, bei Kupfer und Zinn war nur eine Schätzung möglich. Während einige Linien von dem Felde stark beeinflufst werden, schien dieses bei anderen Linien desselben Metalls kaum merklich der Fall zu sein. So zeigten drei Zinklinien eine sehr starke, drei andere gar keine Änderung. In der Anordnung der Spektrallinien in einzelnen Serien, wie sie Kayser und Runge (*Wied. Ann. 43, 394, 1891)* gegeben haben, bilden die drei ersten Linien die dem Werte 3 des Brechungsexponenten ihrer Formel entsprechende „zweite Nebenserie"; die zweite Liniengruppe gehört zu der „ersten Nebenserie", für die $n = 4$ ist. Weitere Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob alle Linien der „ersten Serien" nicht, alle der „zweiten" aber vom Magneten beeinflufst werden.

Auf ähnlichem Wege wie Zeemann sucht Th. Preston zu quantitativen Ergebnissen bei der Strahlung im magnetischen Felde zu gelangen (*Phil. Mag. 45, 325, 1898*). Er benutzte das grofse Rowlandsche Gitter der Königl. Universität von Irland, das einen Radius von 21,5 Fufs hat. Das dadurch erzeugte Spektrum konnte auf einer 50 cm langen und 6 cm breiten photographischen Platte fixiert werden. Verf. beschreibt das Phänomen genauer, wie es sich besonders deutlich beivier Linien von Cadmium und Zink im Blau und Violett darstellt. Geht der Lichtstrahl in der Richtung der Kraftlinien, so werden alle Linien deutlich verdoppelt, wird die Lichtquelle senkrecht zu den Kraftlinien betrachtet, so werden die Linien teils verdreifacht, teils vervierfacht. Ein Nicol zeigt deutlich die Polarisation der Teile in zwei senkrechten Ebenen. Mit blofsem Auge konnte man noch einige Modifikationen der Erscheinung erkennen, die die Platte nicht angab. Die beiden D-Linien zeigten sich verschieden verändert; während die Linie D_2 in sechs scharfe, gleich von einander entfernte Linien zerlegt wurde, bildete D_1 zwei Paar Linien, in deren Mitte sich ein gröfserer Zwischenraum befand. Um diese Erscheinung deutlich sehen zu können, muss man eine sehr schwache Salzlösung nehmen. Diese Modifikationen des normalen „Triplets" erklärt Verf. durch Umkehrung oder teilweise Absorption einer oder mehrerer Componenten des Triplets. Doch können die Spektrallinien selbst auch wieder zusammengesetzt sein und jeder Teil für sich zur Zerlegung gelangen. Eine Untersuchung des Eisenspektrums zeigte, dafs in einem sehr starken Felde die Mehrzahl der Linien in Triplets aufgelöst wurden, andere Linien waren nur verdoppelt, und eine dritte Gruppe zeigte keine bemerkbare Beeinflussung durch das Feld. Die Liniendistanz war nur etwa halb so grofs wie bei Cadmium und Zink, die Auflösung der Eisenlinien daher nicht leicht. Preston untersuchte auch die Spektren verschiedener Gase. Die für gewöhnlich sehr hellen und scharfen Linien des Wasserstoffs waren im magnetischen Felde schwach und verschwommen, liefsen aber keine Zerlegung erkennen. Ebenso erschienen auch die Linien der Luft verbreitert, ohne aufgelöst zu werden. Wurde aber ein Nicol in den Gang der Strahlen gebracht, so erhielt man auf der photographischen Platte eine verdoppelte Linie, indem der mittlere Teil des Triplets ausgelöscht war. Die Wirkung des magnetischen Feldes auf die Gase ist also eine viel schwächere. Preston mifst die Entfernung der beiden Seitenlinien eines „Triplets" für Cadmium und Zink bei verschiedenen Wellenlängen und findet dabei, dafs die Wirkung des Magnetfeldes zuerst wächst mit abnehmender Wellenlänge, dann aber nach Erreichung eines Maximums allmählich kleiner wird. Die Auflösung entsprechender Linien für Zinn waren nur halb so grofs als die für Zink oder Cadmium. Preston hofft mit einem noch stärkeren Magnetfelde alle Spektrallinien aufzulösen und das Gesetz, nach dem sie sich vielleicht in Gruppen ordnen lassen, feststellen zu können. *Schk.*

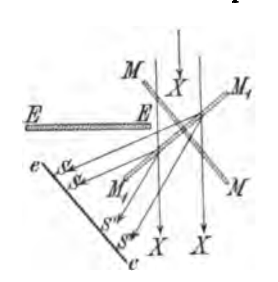
Kathoden- und Röntgenstrahlen. Die neuerdings durch Versuche von Thomson und Wien sehr wahrscheinlich gemachte Hypothese, dass die Kathodenstrahlen negative Ladungen führende träge Massen sind (*diese Ztschr. XI 85*), wird auch von Lenard angenommen (*Wied. Ann. 64. 279; 1898*). Die Strahlen wurden durch ein Aluminiumfenster in einen aufs äufserste (bis auf 10^{-8} Atm.) evakuierten Raum geleitet, gingen hier durch zwei zur Erde abgeleitete Diaphragmen und trafen am Ende einer engen cylindrischen, auch zur Erde abgeleiteten Hülle auf eine dicke Aluminiumplatte, die mit einem Exnerschen Elektroskop oder einem Quadrantelektrometer in Verbindung stand. Dieses zeigte stets negative Elektrizität an, die ausblieb, wenn die Strahlen durch einen Magneten abgelenkt wurden. Auch an der Hülle und den Diaphragmen bildeten sich negative Ladungen. Die Strahlen wurden dann symmetrisch zwischen zwei Condensatorplatten hindurchgeleitet. Waren diese geladen, so krümmten sich die Strahlen und zwar so, dafs ihre hohlen Seiten der positiven Platte zugewandt waren. Bei zunehmender Ladung wanderte der durch die Strahlen erzeugte Fluorescenzfleck näher an die positive Platte heran. Damit war die elektrostatische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen erwiesen. Die von der Theorie für Massen von bestimmter Ladung und Geschwindigkeit geforderte Constanz des Produktes der Verschiebung und des elektrischen Feldes, bezw. magnetischen Feldes weist Lenard als vorhanden nach. Aus dieser Constanten berechnet er das Dichteverhältnis ϵ/m (Ladung durch Masse) und die Geschwindigkeit v für drei verschiedene Arten von Kathodenstrahlen. Es zeigte sich, dafs die magnetisch stärker ablenkbaren Strahlen auch elektrisch stärker ablenkbar sind. Die Geschwindigkeit war bei allen etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Dafs ein festes Dielektrikum während der Durchsetzung von Kathodenstrahlen von negativer Elektrizität durchstömt wird, zeigt Verf. durch einen besonderen Versuch mit einem Condensator, dessen Dielektrikum Schellack ist. Lenard erklärt die Kathodenstrahlen als „besondere, bisher unbemerkt gebliebene Teile des Äthers, welche selbständig beweglich sind, Masse (Trägheit) besitzen und die zugleich als Träger elektrischer Ladungen auftreten".

Nach der Emissionshypothese müssen die Kathodenstrahlen in einem elektrostatischen Felde, dessen Kraftlinien der Strahlenrichtung parallel sind, verzögert werden, wenn sie auf einen negativ geladenen Körper, beschleunigt werden, wenn sie auf einen positiv geladenen treffen. Dafs dieses wirklich der Fall ist, wird von Des Coudres gezeigt (*Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, Jahrg. 17, S. 17, 1898*). Zur Erzeugung der Strahlen diente ein Hartgummiröhrchen mit Hochfrequenzerregung; die Strahlen traten aus einem Lenardschen Fenster durch ein Metalldiaphragma hindurch in die Luft hinaus. In 2 bis 4 cm Entfernung von dem Fenster befand sich ein Baryumplatincyanürschirm, dessen mit Stanniol belegte Rückseite abwechselnd mit der Erde oder mit dem positiven oder negativen Pol einer kleinen Influenzmaschine verbunden werden konnte. Der bei Erdableitung leuchtende Schirm wird sofort dunkel, sobald man ihn negativ lädt. Die von dem Schirm nach dem Fenster verlaufenden Kraftlinien verzögern die Geschwindigkeit der Strahlen; die langsameren Strahlen werden von der Luft stärker absobiert und erregen den Schirm nicht mehr. Wird der Schirm so weit abgezogen, dafs er im unelektrischen Zustande kaum noch von den Strahlen getroffen wird, so erscheint er wieder heller, sobald er eine positive Ladung erhält. Da der Schirm auch auf Röntgenstrahlen und auf ultraviolettes Licht reagiert, so giebt Des Coudres dem Versuch noch eine andere überzeugendere Anordnung (*a. a. O. S. 60*). Auf dem oben erwähnten, mit dem Fenster und der Erde leitend verbundenen Metalldiaphragma wird eine mit einem Loche versehene Hartgummischeibe befestigt. Dieses Loch wird mit soviel Blättern Aluminiumfolie bedeckt, dafs ein darauf gelegtes Stück Thüringer Glas nicht mehr leuchtet. Ladet man das Aluminium positiv, so tritt helles grünes Aufleuchten des Glases ein. Umgekehrt nimmt bei weniger Aluminiumblättern das Leuchten ab, wenn man sie negativ ladet.

Da die magnetische Ablenkbarkeit eines Strahles seiner Geschwindigkeit umgekehrt proportional ist, so mufs sich die Einwirkung des elektrischen Feldes auch in einer Änderung der magnetischen Ablenkbarkeit bemerkbar machen. Des Coudres läfst ein Bündel Kathodenstrahlen ein Aluminiumdiaphragma passieren, das sich in der Vakuumröhre

befindet und mit einem Induktorium in Verbindung steht. Ein kleiner Elektromagnet brachte bei den aus der Diaphragmenöffnung austretenden Strahlen eine Ablenkung hervor, die bedeutend gröfser wurde, wenn das Diaphragma mit dem negativen Pol des Induktoriums in Verbindung stand. Die Umkehrung des Versuchs, eine Beschleunigung der Strahlen durch den Magneten nachzuweisen, gelang nicht. Dieses erreichte Kaufmann durch eine andere Versuchsanordnung (*a. a. O. S. 58*). Die Strahlen treten durch zwei parallele Spalte in das Innere zweier concentrischer 2—3 mm von einander entfernter Messingcylinder und treffen nach Durchlaufen derselben durch zwei zu den ersten senkrechten Spalte auf eine in *mm* geteilte fluorescierende Glasplatte. Der äussere Cylinder ist zur Erde abgeleitet, der innere kann auf ± 3250 Volt geladen werden. Wird die Magnetisierungsspule so angebracht, dafs nur die im inneren Hohlraum befindlichen Strahlen abgelenkt werden, so zeigt sich, dafs die Ablenkung durch eine positive Ladung des Cylinders verkleinert, durch eine negative vergröfsert wird. Die Gröfse der Ablenkung ist der Quadratwurzel aus der Potentialdifferenz zwischen dem innern Cylinder und der Kathode umgekehrt proportional.

Dafs die auf eine Metallplatte fallenden X-Strahlen hierbei in eine neue Art von Strahlen, die S-Strahlen, transformiert werden, sucht M. S. Sagnac nachzuweisen (*Comptes rendus CXXVI, 40, 467, 887; 1898*). Ein Schirm von Baryumplatincyanür *ee*, der durch eine Bleiplatte *EE* vor der direkten Einwirkung der X-Strahlen (siehe Figur) geschützt ist, wird hell, wenn man ein Blatt von Zink, Zinn oder Aluminium in die Lage *MM* bringt. Statt des Schirms *ee* kann man auch eine photographische Platte oder ein Elektroskop benutzen. Die Oberfläche von *MM* sendet also neue Strahlen aus. Diese gehen sowohl von der Vorder- wie von der Rückseite der Metallplatte aus und werden vom Verf. als „S-Strahlen" von den eigentlichen X-Strahlen unterschieden. Bringt man *MM* in die Lage von M_1M_1, so sieht man auf *ee* links die Wirkung der vorderen, rechts die der hinteren S-Strahlen. Verringert man allmählich die Dicke von M_1M_1, so werden die vorderen S-Strahlen schwächer, die hinteren S'-Strahlen stärker, bis bei einer gewissen Dicke e alle Teile des Blättchens zugleich nach beiden Seiten Strahlen aussenden. Verringert man die Dicke unter diese Grenze e, so nimmt die von den beiden Oberflächen ausgehende sekundäre Strahlung zuerst langsam, dann sehr rasch ab. Die sekundären Strahlungen werden sehr leicht absorbiert durch fluorescierende Stoffe, photographische Platten oder durch die Luft, die sie zum Leiter der Elektrizität machen. Diese energische Absorption unterscheidet die „S-Strahlen" von den X-Strahlen. Die Wirkung der S-Strahlen auf eine photographische Platte kann in unmittelbarer Nähe der emittierenden Oberfläche ebenso grofs sein als die der X-Strahlen, wird aber schwächer, sobald einige mm Luft durchlaufen sind. Bringt man vor *MM* eine stärker absorbierende Platte, so werden die X-Strahlen, bringt man die Platte hinter *MM*, so werden die S'-Strahlen absorbiert; entsprechend der gröfseren Absorbierbarkeit dieser ist im letzteren Falle der Lichteffekt auch geringer als im ersten. Läfst man also X-Strahlen durch eine Reihe verschiedener Metallblätter hindurchgehen, so hängt die Strahlung ab von der Reihenfolge der Blätter. Diese Verschiedenheit läfst sich am deutlichsten durch die Einwirkung auf das Elektroskop und die photographische Platte, weniger gut mit dem Baryumplatincyanürschirm nachweisen. Das Verhältnis der Transmissionscoëfficienten der Strahlen für die Reihenfolge Al—Zn und Zn—Al war 1,73 : 1; bei Entfernung der Platten vom Elektroskop näherte es sich der Einheit. Die von verschiedenen Metallblättern ausgehenden sekundären Strahlen wurden auch mit dem Lichtschirm weniger gut als mit den beiden andern Methoden unterschieden. So sendet eine Aluminiumplatte S-Strahlen aus, die sich von denen einer Zinkplatte kaum unterscheiden, wenn man sie mit dem Lichtschirm betrachtet, dagegen nur wenig auf ein Elektroskop oder eine photographische Platte wirken, auf welche die Zinkstrahlen sehr stark einwirken. Das Aluminium sendet also viel durchdringendere sekundäre Strahlen aus als Zink; und es verhalten sich daher diese Metalle so wie Quellen von Strahlen, die aus einer „harten" und einer „weichen"



Röhre ausgehen. Überhaupt sendet eine von X-Strahlen getroffene Materie M Strahlen aus, als kämen sie aus einer „weicheren" Röhre, als es die Ausgangsröhre ist.

Eine neue Theorie über das Wesen der Röntgenstrahlen wird von J. J. Thomson entwickelt (*Phil. Mag. Vol. 45, 172; 1898*). Danach sind die Röntgenstrahlen nicht Wellen von sehr geringer Länge, sondern kleine Impulse einer elektrischen und magnetischen Störung, die entsteht, wenn die negativ geladenen Teilchen, die die Kathodenstrahlen bilden (*d. Ztschr. XI 85*) in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Hierdurch entsteht in dem Dielektrikum eine magnetische und elektrische Schwingung der Moleküle. Thomson berechnet die Störung, die durch ein Dielektrikum geht, wenn ein geladenes Teilchen festgehalten wird. Die dadurch entstehenden Impulse sind verschieden grofs, wenn die Geschwindigkeit eines Teilchens gleich der Lichtgeschwindigkeit oder wenn sie dagegen klein ist. Solche Schwingungen der Moleküle haben Eigenschaften, wie sie die Röntgenstrahlen besitzen. Sind sie so klein, dafs die Zeit, in der ein Molekül von ihnen ergriffen wird, klein ist verglichen mit seiner Vibrationsgeschwindigkeit, so würde es weder Brechung noch Beugung geben können. Bei den Kathodenstrahlen sind alle Umstände einer plötzlichen Collision günstig, da die Masse der bewegten Teilchen klein und ihre Geschwindigkeit sehr grofs ist. Eine Veränderung der Zeit der Collision würde die Stärke der Schwingung beeinflussen und die Natur des Strahles verändern. Je stärker die Schwingung, um so gröfser ist die Absorption und um so geringer die durchdringende Kraft. Die Energie der Schwingung ist daher umgekehrt proportional ihrer Stärke. Auf eine Polemik, die sich in der *Nature* (vom *28. April S. 607* und *5. May S. 8*) zwischen Lord Rayleigh und Thomson über dessen Theorie entsponnen hat, soll hier nur hingewiesen werden.

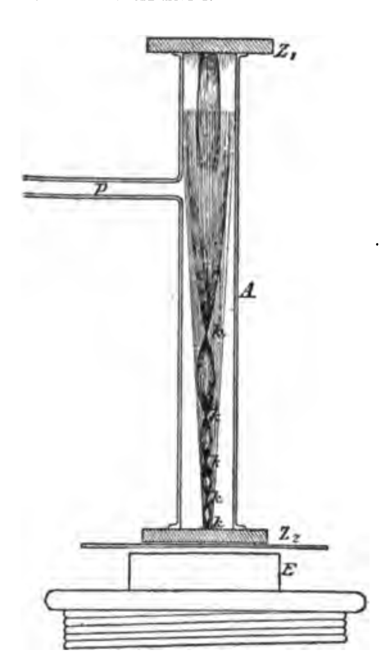
Eine neue Erzeugungsart der X-Strahlen beschreiben J. Trowbridge und J. E. Bourbank (*Phil. Mag. 45, 185; 1898*). Die von ihnen benutzten Vakuumröhren besitzen weder Anode noch Kathode, sondern enthalten nur einen continuierlichen Draht. Dieser Draht war zugleich mit einer Funkenstrecke in den Stromkreis einer hohen elektromotorischen Kraft, die von einer durch 10000 Zellen geladenen Planté'schen Maschine erzeugt wurde, eingeschaltet. Ging die unterbrochene Entladung durch den Draht, so gingen X-Strahlen von jedem Teilchen desselben senkrecht zu seiner Oberfläche aus. Die ganze Röhre fluorescierte, besonders eine der Drahtmitte gegenüberliegende halbkugelige Erweiterung der Röhre. Wurde dieser Stelle eine photographische Platte, die mit einer Hartgummi- oder Glasplatte bedeckt war, gegenübergestellt, so gingen von der Röhre aus büschelförmige Entladungen zu dem Isolator und durch diesen hindurch nach der Platte, wo sie nach der Entwickelung als sternförmige Flecken sichtbar wurden. Ebenso war die ganze Platte geschwärzt, was auf Thätigkeit der X-Strahlen hindeutet. Wurde der Rücken der Hand der Entladung ausgesetzt, so fühlte man ein eigentümliches Prickeln, und die Haut zeigte unter dem Mikroskop ein ähnliches Aussehen wie die photographische Platte. Auch dieses Hautbrennen wird durch X-Strahlen erzeugt. Leider unterlassen die Verff. den Nachweis, dafs auch andere Eigenschaften der X-Strahlen vorhanden sind.

Bei einer andern Vakuumröhre trafen die von dem Draht ausgehenden Strahlen eine um 45° geneigte Platinplatte; es gingen dann von dieser sehr kräftige X-Strahlen aus. Trafen diese ein Stück Kalkspat, so fluorescierte dasselbe sehr hell. Es zeigten sich viele Schatten des Drahtes auf den Wänden des Glasrohres, woraus eine Art Reflexion der Strahlen von diesen Wänden hervorzugehen scheint. Befand sich in der Mitte des Drahtes ein kleiner Aluminiumspiegel, so bildete sich diesem gegenüber auf der Glaswand ein glänzender Fluorescenzfleck, dessen Lage durch einen Magneten beeinflufst werden konnte. Es wurde weiter untersucht, ob die Strahlenwirkung eine verschiedene ist, je nachdem die Drahtröhre in dem Stromkreise eine Kathoden- oder Anodenstellung einnimmt. Um etwa entstehende Oscillationen zu dämpfen, wurde ein grofser Widerstand destillierten Wassers in den Stromkreis eingeschaltet. Dieser bestand aus der sekundären Spule eines grofsen Rühmkorff, dem Wasserwiderstand, einer Funkenstrecke und dem Drahtrohr. Ging nun ein X-Strahlenbündel von dem Spiegel aus, so erregte dieses bei einer bestimmten Verdünnung eine glänzendere

Fluorescenz, wenn der Draht negativ, als wenn er positiv war. Bei höherer Verdünnung war jedoch der Unterschied nicht mehr zu bemerken; und es konnten gegenüber dem Fluorescenzfleck X-Strahlen nachgewiesen werden, ganz gleich, ob der Draht die Kathode oder die Anode bildete. Die Verff. sind der Ansicht, dafs der Ausdruck „Kathodenstrahlen“ nicht allgemein genug sei und diese wie auch die X-Strahlen lieber gemeinsam als „elektrische Strahlen“ bezeichnet werden sollten.

Wurde ein Stück Zinnfolie, das mit einer gut isolierten Zinkplatte in Verbindung stand, an der Stelle des Fluorescenzflecks auf die Aufsenseite der Röhre geklebt, so wurde das X-Strahlenbündel nach der entgegengesetzten Seite hin reflektiert und zeigte hier den Schatten des Spiegels und des Drahtes. Verff. erklären diese Erscheinung durch eine Condensatorwirkung der Zinnfolie, vermöge der auf der Innenwand der Röhre eine Schicht elektrisierter Teilchen festgehalten werden, die dann die neu ankommenden Teilchen von gleicher Ladung zurückstofsen. *Schk.*

Über Lichtknoten in Kathodenstrahlenbündeln unter dem Einflusse eines Magnetfeldes. Von E. Wiedemann und A. Wehnelt (*Wied. Ann. 64, 606; 1898*). Steht eine ebene Kathode einem Magnetpol mit divergierenden Kraftlinien so gegenüber, dafs eine der Kraftlinien (Z-Achse) senkrecht auf der Mitte der Kathode steht, so bewegt sich nach den theoretischen Entwicklungen Poincarés (*C.R. 123, 530; 1896*) jeder Kathodenstrahl auf einem Kegel, dessen eine Tangente mit der Z-Achse zusammenfällt. Da die von verschiedenen Stellen der Kathode ausgehenden Strahlen die Z-Achse an verschiedenen Stellen schneiden, so entstehen auf der Z-Achse eine Reihe heller Stellen (Knoten), die mit abnehmendem Drucke und mit abnehmender Stärke des Magnetfeldes nach dem Magnetpole hinrücken. Diese rein theoretischen Folgerungen Poincarés haben die Verfasser durch die nebenbei skizzirte Versuchsanordnung geprüft. Auf ein cylindrisches Glasrohr A sind zwei Zinkplatten Z_1 und Z_2 gekittet; p geht zur Luftpumpe. E ist ein Elektromagnet, g ein Glimmerblatt. Geht von Z_1 ein Bündel Kathodenstrahlen nach Z_2, so wird bei Erregung des Elektromagneten aus dem Vollcylinder der Kathodenstrahlen ein Hohlcylinder, und es bilden sich die helleren Knoten k. Die Erscheinung erinnert an die stehenden Wellen einer schwingenden Saite. Das innere helle Strahlenbündel ist von einer kegelförmigen Lichthülle umgeben. Die Kathodenstrahlen winden sich in die Knoten hinein und zwar je nach dem Vorzeichen des Magnetpoles in dem einen oder andern Sinne. Bei Änderung des Magnetfeldes und Druckes ändern sich die Knotenabstände. Die Kathodenstrahlen bilden ähnliche Knoten, wenn man die Vakuumröhre in eine Magnetisierungsspirale hineinbringt; bei Verschiebung der letzteren verschieben sich auch die Knoten. *Schk.*



Über ein Gesetz der Elektrizitätserregung. Von A. Coehn (*Wied. Ann. 64, 230; 1898*). Der Verf. empfiehlt als „ordnendes Prinzip für eine Übersicht der Erscheinungen“ eine Unterscheidung zwischen „Strömungselektrizität“ und „Verschiebungselektrizität“. Boltzmann unterscheidet die beiden Begriffe als „Galvanismus“ und „Guerickismus“. Die Leitfähigkeit des Wassers entspricht der Strömungs-, die Dielektrizitätsconstante der Verschiebungselektricität. Die Dielektrizitätsconstante ist ein Mafs für die Gröfse der Drehung oder Verschiebung, die die Teilchen des Dielektricums bei der Elektrisierung erleiden. Coehn untersucht nun, ob die Anordnung der Isolatoren nach der Gröfse ihrer Dielektrizitätsconstante mit der Spannungsreihe für Verschiebungselektrizität übereinstimmt. Er vergleicht die von verschiedenen Verfassern aufgestellten Spannungsreihen mit den betreffenden

Constanten und findet, dafs, je besser die betreffenden Stoffe definiert sind, desto sicherer die Spannungsreihe zugleich die Anordnung nach der Dielelektrizitätsconstante ist. Die Metalle, „die Erreger der Strömungselektrizität", sind bei den Untersuchungen immer ausgeschlossen. Um die Spannungsreihe flüssiger Isolatoren aufzustellen, wird die Fortführung schlecht leitender Flüssigkeiten durch Capillarröhren benutzt. Befindet sich eine solche Flüssigkeit in einer Capillaren, so entsteht an der Grenzfläche eine elektrische Ladung. Zwei in die Flüssigkeit eingeführte Elektroden bewirken eine Fortbewegung der Flüssigkeit; aus der Richtung dieser Fortführung nach der einen oder der anderen Elektrode ist der Sinn der Ladung zu entnehmen. Durch diese Methode bestimmt Coehn die Ladung gegen Glas und Schwefel bei verschiedenen Flüssigkeiten, deren Dielektrizitätsconstante durch neuere Untersuchungen bekannt war. Aus der Zusammenstellung dieser Substanzen in einer Tabelle ergiebt sich eine Bestätigung des Gesetzes, dafs „Stoffe mit höherer Dielektrizitätsconstante sich positiv laden bei der Berührung mit Stoffen von niederer Dielektrizitätsconstante". *Schk.*

Die Verflüssigung von Wasserstoff und Helium. Von James Dewar. Nach den bahnbrechenden Versuchen von Cailletet und Pictet gelang es zuerst Wroblewski 1884, auch für Wasserstoff die Condensationsfähigkeit nachzuweisen, indem er beim Entspannen des auf 100 Atm. comprimierten und bis zum Siedepunkt des Sauerstoffs abgekühlten Gases dasselbe plötzliche Aufwallen im Rohre wahrnahm, das Cailletet zuerst beim Sauerstoff beobachtet hatte. Olszewski berichtete im gleichen Jahre, dafs er bereits farblose Tröpfchen von Wasserstoff und, nach einer Partialentspannung von 40 Atm., etwas Fliefsendes gesehen habe — Beobachtungsresultate, die von Wroblewski nicht bestätigt werden konnten, dessen Wasserstoff vielmehr immer das Aussehen einer Art „dynamischen Flüssigkeit" behielt. Nach Wroblewskis Tode 1888 setzte Olszewski die Untersuchungen fort, erhielt zwar 1891 bessere Resultate, konnte jedoch einen Meniskus noch immer nicht bemerken. Im Jahre 1895 nahm Dewar die Frage in Angriff. Er beschrieb in einer Abhandlung „Neue Untersuchungen über die flüssige Luft" (*Proc. Roy. Inst. 1896*) u. a. einen Apparat, der zur Erzeugung eines flüssige Teile einschliefsenden Wasserstoffstrahles diente, mit dem man zwar flüssige Luft sofort in eine ganz feste Masse verwandeln konnte, der aber doch nicht ausreichte, um flüssigen Wasserstoff in einem leeren Gefäfse anzusammeln. Erst die Construktion eines viel umfangreicheren Apparates (der in einer späteren Abhandlung besonders beschrieben werden wird) führte im Verein mit neuen, für die Abkühlung und die Verwendung von Kühlschlangen getroffenen Versuchsanordnungen am 10. Mai 1898 zum Ziele.

Die Herstellung des Apparates nahm ein ganzes Jahr in Anspruch und erforderte, ebenso wie die Vorversuche und Fehlversuche, aufserordentliche pekuniäre Mittel. Als am genannten Tage mit Wasserstoff gearbeitet wurde, der bei einem Druck von 180 Atm. bis — 205° abgekühlt war und der mit grofser Geschwindigkeit aus dem Ende eines Schlangenrohrs in ein leeres Gefäfs besonderer Construktion einströmte, das ganz von einem leeren Raum umgeben war, dessen Temperatur unterhalb — 200° gehalten wurde, fing der flüssige Wasserstoff an, aus diesem Gefäfs in ein anderes zu tropfen, das seinerseits durch ein drittes leeres Gefäfs isoliert war. In etwa 5 Minuten hatten sich 20 ccm flüssigen Wasserstoffs angesammelt; da erstarrte der Wasserstoffstrahl infolge Anhäufung von Luft, die sich dem unreinen Wasserstoff beigemischt hatte. Das Ergebnis an flüssigem Wasserstoff war ungefähr 1% des Gases. Der Wasserstoff im flüssigen Zustande ist durchsichtig, farblos, ohne Absorptionsspektrum; der Meniskus ist ebenso ausgeprägt wie bei der flüssigen Luft. Die Flüssigkeit mufs einen hohen Brechungsindex und hohes Dispersionsvermögen haben; auch scheint die Dichte höher zu sein als die theoretisch (0,12 bis 0,18) abgeleitete; die früheren Versuche Dewars über den in Palladium eingeschlossenen Wasserstoff führten übrigens zu einem Wert von 0,62, und es wird interessant sein, die wirkliche Dichte beim Siedepunkt genau zu bestimmen. Der Siedepunkt selbst konnte ebenfalls noch nicht bestimmt werden, doch wurden mehrere Versuche angestellt, die die aufserordentlich tiefe Temperatur der siedenden Flüssigkeit darthun. Zunächst wurde eine längere Glasröhre, die am einen Ende geschlossen war, mit diesem letzteren in flüssigen Wasserstoff getaucht; die Röhre füllte sich sofort, soweit

sie abgekühlt war, mit fester Luft. Eine kleine geschlossene Röhre, die flüssigen Sauerstoff enthielt, lieferte sofort einen festen bläulichen Sauerstoff.

Ein ähnlicher Versuch wurde mit Helium vorgenommen.. Noch 1896 bezeichnete Olszewski (*Sitzungsber. d. Krak. Ak.*) das Helium als ein permanentes Gas, das wahrscheinlich viel schwerer zu verflüssigen sein werde als Wasserstoff. Aus früher mitgeteilten Versuchen (*Proc. chem. Soc. 1896—97 No. 183*) hatte Dewar gefolgert, dafs die Flüchtigkeit des Wasserstoffs und Heliums in ähnlicher Weise sich gleichen würde, wie die von Fluor (vergl. diese Zeitschr. *X 309*) und Sauerstoff. Es wurde nun eine Probe gereinigten Heliumgases, das in einem kleinen Ballon eingeschlossen war, der mit einer engen Röhre endigte, der abkühlenden Wirkung ausgesetzt derart, dafs die enge Röhre in flüssigen Wasserstoff tauchte; man sah alsbald, wie sich eine deutliche Flüssigkeit bildete. Demnach scheint kein grofser Unterschied zwischen den Siedepunkten des Heliums und Wasserstoffs zu bestehen.

Eine Wiederholung des Versuchs am 12. Mai gab in kurzer Zeit 50 ccm flüssigen Wasserstoff. Baumwolle, mit der Flüssigkeit durchtränkt, brannte nach der Entzündung mit grofser Wasserstoffflamme. Übrigens bildet sich um solche Baumwolle unmittelbar eine Schicht von fester Luft. Verdunstet flüssiger Wasserstoff an der Luft, so bildet sich mitten im Gefäfs eine Art Wolke von fester Luft, die sich am Grunde wie ein weifser Niederschlag ansammelt. Ist der Wasserstoff verdunstet, so wird diese feste Luft flüssig und verschwindet gleichfalls. Die Dichte wird erst nach Überwindung grofser Schwierigkeiten bestimmt werden können. — Es ist wahrscheinlich, dafs man mit diesem flüssigen Wasserstoff so wird operieren können wie mit flüssiger Luft, so dafs seine Verwendung ein neues Feld für wissenschaftliche Untersuchungen eröffnet. Man wird, wenn man sich des flüssigen Wasserstoffs als Abkühlungsmittels bedient, sich dem absoluten Nullpunkt bis auf 20 oder 30° nähern können. Niemand kann sagen, wie die Eigenschaften der Materie in der Nähe des absoluten Nullpunktes sein werden. Faraday verflüssigte Chlor im Jahre 1823, 60 Jahre später machten Wroblewski und Olszewski die Luft flüssig und 15 Jahre darauf zeigen sich Wasserstoff und Helium im statischen flüssigen Zustande, ein Beweis, wie viel schneller jetzt die Wissenschaft vorwärtsschreitet. (*Compt. rend. T. 126, 1408; 16. Mai 1898; Nature; No. 1490 S. 55, 19. Mai 1898*).

O.

3. Geschichte.

Theorieen über die Entstehung des Sonnensystems. In *Himmel und Erde X 289—300 u. 357—374, 1898* giebt Prof. Dr. von Braunmühl eine geschichtliche Darstellung der verschiedenen Versuche, die Entstehung des Kosmos zu erklären. Die älteste bekannte Kosmogonie, die Genesis, behandelt die Schöpfungsgeschichte der Welt vom rein geocentrischen Standpunkte aus, indem sie sich unmittelbar an den Augenschein hält. Der heliocentrische Standpunkt, von Plato vorsichtig angedeutet und von Aristarch offen vertreten, wird erst durch die Arbeit des Coppernikus gewonnen. Die alten Sagen, Dichtungen und philosophischen Ansichten beginnen die Kosmogonieen stets mit dem Chaos und der Finsternis. Die mittelalterliche Philosophie hält an den Lehren der Genesis und den Anschauungen des Aristoteles fest, der jedes Nachdenken über die Entstehung der Welt mit dem Ausspruche: sie ist ewig, beseitigte. Erst nachdem Galilei die Geltung des Aristoteles untergraben und die Untersuchungsverfahren der Beobachtungen und Versuche geschaffen hatte, traten vernünftige Gedanken über Entstehung unserer Sonnenwelt hervor. Noch nicht völlig auf dem Boden der neuen Forschungsverfahren stand Descartes. Nach seiner Auffassung sind die Planeten und Kometen erloschene Fixsterne, die infolge des Erlahmens ihrer eigenen Wirbelkraft in den Sonnenwirbel herabsanken und von ihm fortgerissen wurden; ebenso sind auch der Erd- und die Jupitermonde, nachdem ihre Wirbel durch die Verdichtung ihres Stoffs zerstört waren, gegen die Erde und den Jupiter herabgesunken und werden nun von den Wirbeln dieser Hauptwandelsterne mitgerissen. Obgleich Descartes Lehre unhaltbar war, hat sie doch das grosse Verdienst, dafs sie zum ersten Male die kosmischen Erscheinungen auf mechanische zurückführte, auf Bewegungen, die in den Stoffen vor sich gehen. Descartes Anschauungen fanden zwar bei Huygens, Fermat, Leibniz und den Brüdern Ber-

nouilli vielen, wenn auch nicht unkritischen Beifall, aber seine noch immer mit übersinnlichen Betrachtungen durchwobene Richtung wurde von dem stetig wachsenden Einfluſs des Galileischen Forschungsverfahrens überwunden. Das Erscheinen von Newtons Prinzipien der Naturphilosophie, die zeigten, daſs das Gesetz der allgemeinen Schwere die Bewegungen der Himmelskörper beherrscht, verdrängte Descartes Kosmogonie. Newton versuchte nicht, sein Weltgesetz auf die Entstehung des Sonnensystems anzuwenden, er behauptete vielmehr: „Alle die regelmässigen Bewegungen, die sich im Planetensystem vollziehen, besitzen keine mechanische Ursache, sondern diese bewunderungswürdige Anordnung kann nur das Werk eines persönlichen allmächtigen Wesens sein". Eine neue Ansicht über die Entstehung des Planetensystems sprach Buffon in seiner Histoire naturelle aus: ein Komet habe durch seinen Sturz auf die Sonne einen Strom von Stoff losgelöst, dessen einzelne Teile sich später zu verschiedenen gröſseren oder kleineren Kugeln zsammenballten, die allmählich durch Abkühlung fest und dunkel wurden und sich als Planeten und deren Monde in verschiedenen Entfernungen um die Sonne bewegten. In dieser falschen Auffassung ist der Gedanke von der Einheit des Stoffs aller Himmelskörper und deren gemeinsamem Ursprung aus der Sonne ausgesprochen und darin ist sie die unmittelbare Vorläuferin der berühmten Kosmogonieen von Kant und Laplace. Die in Kants allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels entwickelte Hypothese wird gewöhnlich mit Laplaces Theorie in Verbindung gebracht, so daſs man vielfach in Lehrbüchern und wissenschaftlichen Schriften von einer Kant-Laplaceschen Hypothese liest. Dies ist jedoch völlig unstatthaft, indem beide Theorieen nur in dem einzigen, Buffon angehörigen Gedanken der Einheit des Stoffes aller Himmelskörper zusammentreffen. Während die erstere nur noch geschichtlichen Wert besitzt, ist die letztere noch immer die beste aller bis jetzt aufgestellten Hypothesen. Der Hauptirrtum Kants ist der, daſs er seine kosmische Wolke in momentan ruhendem Zustande voraussetzt und dann deren Bewegung nur durch Wirkung innerer Kräfte entstehen läſst. Ein ebenso schwerer Irrtum aber liegt in der Behauptung, die durch die Schwerkraft bewegten Teilchen hätten sich an verschiedenen Centren angesammelt. Irrig ist auch Kants Ansicht von der plötzlich hervorbrechenden Sonnenglut, nachdem der Entstehungsvorgang in der Hauptsache vollendet war. Auch seine Theorie des Saturnrings ist mit allen ihren Folgerungen falsch, wie wohl zuerst Gustav Eberhard in seiner Dissertation „Die Kosmogonie von Kant", Wien 1893, nachgewiesen hat. Das Hauptverdienst Kants ist, daſs er zuerst das Gesetz der allgemeinen Schwere bei dem Weltbildungsvorgang in den Vordergrund stellte. Unabhängig von Kant entwickelte ein halbes Jahrhundert später Laplace im 6. Bande seiner Mécanique céleste neue Gedanken über Entstehung und Bildung des Sonnensystems, in denen er die beiden Hauptirrtümer der Kantschen Hypothese dadurch vermeidet, daſs er statt der momentan ruhenden kosmischen Wolke einen von Anfang an um eine feste Achse rotierenden glühenden Gasball als Urform des Sonnensystem annimmt und dessen Stoff bei seiner allmählichen Verdichtung einem Mittelpunkt zuströmen läſst. H. Faye hat in seinem Buche „Sur l'origine du monde", Paris 1884 die Begründung angegriffen, die Laplace für die Thatsache gab, daſs die Planeten in der Richtung rotieren, in der sie ihre Umläufe vollziehen, und eine eigene Hypothese aufgestellt, die auf die Wirbeltheorie Descartes zurückgreift, aber wenig Anklang gefunden hat. Laplaces Hypothese hat namentlich durch die eingehenden Untersuchungen von Eduard Roche, der sie in einigen wesentlichen Punkten ergänzte, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Vor allem aber war es Hermann von Helmholtz, der in zwei Vorträgen über die Wechselwirkung der Naturkräfte und über die Entstehung des Planetensystems mit Nachdruck darauf hinwies, daſs gerade die mechanische Wärmetheorie ihr eine weit festere Grundlage verleiht, als sie ihr Schöpfer selbst mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln zu legen vermochte. In dem Umstande, daſs die äuſsersten Planeten unseres Systems in ihrer Abkühlungsstufe noch weiter zurück sind als die näheren, haben wir ferner einen indirekten Beweis für die Richtigkeit der Laplaceschen Annahme. Einen solchen finden wir auch in der Anzahl der Monde der einzelnen Planeten. Die Bildung der Saturnringe aus unzusammenhängenden staubartigen Teilchen, die die Untersuchungen von Bond, Peirce, Maxwell

und Hirn und die photometrischen Arbeiten Seeligers aufser Zweifel gestellt haben, läfst sich nach dem Vorgange Roches durch geringe Abänderungen an der Laplaceschen Theorie erklären. Die neuesten Beobachtungen des Orion- und des Andromeda-Nebels, in dem man 1885 und 1892 die Bildung neuer Sterne beobachten konnte, ergeben, dafs diese wahrscheinlich weniger aus gasförmigem Stoff als aus unzähligen festen Körpern bestehen und einem Meteorschwarm gleichen, dessen Massen sich um feste Mittelpunkte gruppieren, aus denen dann aufleuchtende Sterne entstehen. Dieser Umstand veranlafste Normann Lockyer, eine neue Kosmogonie auf den Bau einer Meteorwolke zu gründen, wodurch er sich wieder Kants ursprünglichem Gedanken näherte. G. H. Darwin hat diese Theorie Lockyers mit der Laplaceschen dadurch in Einklang zu bringen gesucht, dafs er den Stoff, wie die Moleküle eines Gases, als elastisch voraussetzte; dies gestattete ihm, die Aufgabe im Sinne der kinetischen Gastheorie vom Standpunkt der Mechanik aus exakt zu behandeln. Jedoch beschränkte er sich in seinen Untersuchungen darauf, den Bau eines solchen Meteorschwarmes festzustellen, nachdem das Zuströmen der Meteore von aufsen aufgehört hat, und die Umformungen zu betrachten, die er bis zu seinem Übergang in den glühenden Gasball Laplaces erfährt. Einen Versuch, die Drehung des Gasballs zu erklären, macht Darwin so wenig wie Laplace. Hingegen unternimmt Darwin es mit Glück, die schon von Kant, Robert Mayer, Ferrel, Delaunay und Roche beachtete Verlangsamung der Drehung durch die Gezeiten für die Kosmogonie zu verwerten. Durch die Gezeitenreibung läfst es sich z. B. erklären, warum der Mond der Erde beständig dieselbe Seite zukehrt, die Uranus- und Saturnmonde sich rückläufig bewegen und der Phobos, der innere der beiden Marsmonde, während einer Umdrehung des Mars dreimal um ihn herumläuft. *H. H.-M.*

---

4. Unterricht und Methode.

Die Grundbegriffe der Elektrizität im Unterricht. In dem Jahresbericht der k. k. zweiten Staatsrealschule in Wien II für 1897 hat F. Triesel einen „Beitrag zur experimentellen Behandlung der Grundbegriffe der Elektrizität im höheren Mittelschulunterricht“ geliefert. Der Verfasser schliefst sich den Bestrebungen an, die darauf abzielen, für das Verständnis der elektrischen Grundbegriffe eine systematische experimentelle Grundlage zu schaffen. Er benutzt dabei hauptsächlich das Thomsonsche Quadrantenelektrometer, das er in der durch Branly und Lang angegebenen Form als zuverlässig und zweckentsprechend erkannt hat. [In dieser Zeitschrift ist anfänglich auch (*I 195*) das Quadrantenelektrometer empfohlen worden, später hat sich Kolbes empfindliches Aluminiumelektrometer als ein ausreichender Ersatz dafür erwiesen, vgl. *III 162*.] Auch der Verfasser leugnet nicht, dafs beim Gebrauch des Instrumentes gewisse Vorsichtsmafsregeln beobachtet werden müssen, deren Aufseracht-lassung sehr ungenaue, ja widerspruchsvolle Angaben zur Folge habe. Er weist deshalb darauf hin, dafs alle am Elektrometer zu prüfenden Leiter gut isoliert sein müssen. Man erhalte z. B. für den Kohlepol einer Chromsäuretauchbatterie, deren Zinkpol zur Erde abgeleitet ist, stets ein höheres Potential als für den Zinkpol bei abgeleitetem Kohlepol; der Grund liege darin, dafs die Kohle isoliert mit dem Elektrometer verbunden werden kann, das Zink aber nicht, da die Zinkplatten mit dem Trägerbrett und durch dieses mit der Erde in halbleitender Verbindung stehen. [Dieser Umstand ist auch beim Gebrauch von Kolbes Elektrometer zu berücksichtigen.] Ferner müssen die Griffe und Träger aller zu untersuchenden Leiter völlig unelektrisch sein, was am besten durch eine Spiritusflamme bewirkt wird. [Bemerkt sei, dafs bei Verwendung von Vaselinöl als dämpfender Flüssigkeit an Stelle der früher üblichen Schwefelsäure auch eine Ladung der im Innern befindlichen isolierenden Stützen als störende Ursache auftreten kann.]

Zur Projektion wurde ein Argandbrenner benutzt, zur Ladung des einen Quadrantenpaares diente eine Batterie von 50 Zinkkupferelementen, deren Gläser durch Paraffin festgestellt und isoliert waren. Die Anschaffungskosten des Instrumentes in der benutzten einfachsten Form werden auf 60—70 fl angegeben.

Der Lehrgang selbst gestaltet sich folgendermafsen. An der Coulombschen Dreh-

wage wird zunächst der Begriff der Elektrizitätsmenge entwickelt (und zwar abstrahiert aus der Wirkung elektrischer Kräfte, wie der Begriff der materiellen Masse aus der Wirkung der Anziehung). Am Elektroskop wird dann demonstriert, dafs jede Hebung der Blättchen eine gewisse Arbeitsleistung darstellt. Ein zweckmäfsig geaichtes Elektroskop gestatte, den an dasselbe übertragenen Teil der Elektrizität (?) in Arbeitseinheiten zu messen. „Dieses Arbeitsvermögen, das von elektrischen Körpern an Elektrometer übertragen werden kann, ist eine für den gesamten elektrischen Zustand der Körper charakteristische Gröfse, welche die Bezeichnung Potential führt." [Man sieht sofort, dafs diese Darstellung unzutreffend und dafs der Begriff des Potentials hierdurch nicht hinreichend geklärt ist.] Es folgen dann Versuche mit dem Würfel und anders gestalteten Körpern, ähnlich wie die in d. Ztschr. *III 161* angegebenen. Zur Ladung auf bestimmte verschieden hohe Potentiale dient eine Ladungsbatterie von 196 aus Zink- und Kupferdrähten hergestellten Elementen; die Drähte sind, in 14 Reihen geordnet, durch Bohrungen einer quadratischen Ebonitplatte von 30 cm Seitenlänge gesteckt und unten paarweise durch Seidenfäden verbunden. Taucht man die Drähte einige Sekunden lang in eine Kochsalzlösung, so bleibt an jedem Element durch Vermittelung des Seidenfadens ein Tropfen Flüssigkeit hängen und die Batterie ist zum Gebrauch fertig. — Dann folgt der Nachweis (mit Hülfe eines Faradayschen Hohlkörpers), dafs Körper von gleichem Potential je nach Gröfse und Gestalt im allgemeinen verschiedene Elektrizitätsmengen enthalten, wobei als Elektrizitätsquelle eine schwach geladene Leydener Flasche benutzt wird. Im Zusammenhang damit wird auch der Begriff der Kapazität entwickelt. Zutreffend werden die Versuche mit Faradays Gefäfs den Versuchen mit dem Eiskalorimeter an die Seite gestellt. Auch die Kapazität des Elektrometers wird näherungsweise bestimmt; Versuche über induktive spezifische Kapazität (mit einem Plattencondensator) und über elektrische Dichte (an einem Leiter von veränderlicher Krümmung) werden angeschlossen.

Zum Nachweise der Potentialdifferenzen offener galvanischer Elemente wird eine Batterie aus zwölf kleinen Elementen Zink-Zinkvitriol-Kupfer verwendet, daneben auch eine Batterie von 3 bis 4 kleinen Bunsen-Elementen. An der ersteren Batterie wird auch das Potentialgefälle im geschlossenen Stromkreis auf bekannte Weise demonstriert, unter Benutzung einer bereits von Kohlrausch (*Pogg. Ann. Bd. 78, 1849*) angegebenen Vorrichtung. Das Ohmsche Gesetz wird zuerst für Teile eines und desselben Stromkreises nachgewiesen, indem von einem langen dünnen Schliefsungsdraht aus Neusilber oder Manganin Abzweigungen zum Elektrometer und zu einem Wiedemannschen Spiegelgalvanometer gemacht werden, wobei sich die Constanz des Verhältnisses Potentialdifferenz : Stromstärke ergiebt. Dasselbe zeigte sich bei Vermehrung der Zahl der Elemente in dem Stromkreis. Das oben angegebene constante Verhältnis wird als Widerstand bezeichnet. [Hier dürften die anschaulicheren, in dieser Zeitschrift mehrfach (*V 177, VI 57*) dargelegten Methoden für die Bildung des Widerstandsbegriffes doch vorzuziehen sein; denn die vom Verfasser angegebene Definition ist eine rein formale, sie bestimmt eine Eigenschaft des Drahtes durch Gröfsen, die mit dem Draht selber nichts zu schaffen haben; es ist ja nicht w eine Funktion von e und i, sondern i eine Funktion von e und w.] Folgerichtig leitet der Verfasser die Proportion $i_1 : i_2 = w_2 : w_1$ ab, indem er die Drahtlänge der Galvanometer-Zweigleitung vergröfsert und gleichzeitig die Ableitungspunkte so wählt, dafs die frühere Potentialdifferenz erhalten bleibt. Der angegebenen Definition gemäfs ist dann $e/i_1 = w_1$, $e/i_2 = w_2$, folglich $i_1 : i_2 = w_2 : w_1$. Hierin sind i_1 und i_2 gemessene Gröfsen, w_1 und w_2 dagegen nicht. Als Anwendung des Ohmschen Gesetzes wird die Aichung eines Multiplikators (in willkürlichen Einheiten) empfohlen.

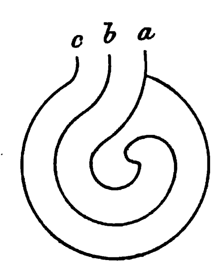
Am Schlusse werden Elektrometer und Voltmeter neben einander gestellt (eine Betrachtung, die aus Zeitmangel wohl häufig unterbleibt). Es wird an der Hand der Formel dargelegt, dafs das Voltmeter für Batterieen, die aus vielen kleinen hintereinander geschalteten Elementen bestehen, nicht angewendet werden darf, und dafs auch in andern Fällen (z. B. beim Messen der Potentialdifferenz an den Klemmen einer Glühlampe) die zu

messende Potentialdifferenz durch die Abzweigung des Stroms geändert wird. Die Änderung wird durch Rechnung verfolgt und damit gezeigt, dafs die Änderung um so geringer ist, je gröfser der Widerstand des Voltmeters im Verhältnis zum Lampenwiderstande ist. *P.*

---

5. Technik und mechanische Praxis.

Neue elektrische Koch- und Heizvorrichtungen. In der Sitzung der elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. hielt am 6. April Herr Ingenieur Haake einen Vortrag über die elektrischen Koch- und Heizapparate, die die dortige chemisch-elektrische Fabrik Prometheus nach den Patenten von Voigt & Haeffner herstellt. (*E. T. Z. XIX 304, 1898*). Statt der bisher üblichen Heizdrähte werden hier dünne Edelmetallschichten verwendet, wie sie in der Töpferkunst zur Ausschmückung von Porzellan und Email allgemein gebräuchlich sind. Die meisten der neuen Heizvorrichtungen bestehen aus eisernen emaillierten Gefäfsen, bei denen der Eisenkörper als Träger des Email und dieses zur Isolation der Widerstände dient. Das Edelmetall wird in Lösungen aufgetragen; bei der Erhitzung auf 900° im Muffelofen verflüchtigen sich die Lösungsmittel und das Metall brennt sich als zusammenhängender Streifen in die Glasur des Email ein. Die Widerstände sind so angeordnet, dafs bei möglichst gleichmäfsiger Wärmeverteilung die gegebenen Oberflächen am vorteilhaftesten ausgenutzt werden, und die Apparate in den weitesten Grenzen regulierbar sind. Die sich nach der nebenstehenden Figur ergebenden 4 Wärmestufen erhält man durch Anlegen 1. der einen Leitung an *a*, der anderen an *b* und *c*, 2. an *a* und *b*, 3. an *a* und *c*, 4. an *b* und *c*. Die letzte Stufe ist so bemessen, dafs die Wassermenge, die der betreffende Topf aufnehmen kann, ungefähr in dem gleichen Wärmezustand erhalten bleibt. Die Enden *a*, *b* und *c* sind durch vermehrte Metallanhäufungen zu Contakten ausgebildet und durch Lötung mit Zuleitungsstreifen verbunden, die die Verbindung der eigentlichen Heizstreifen mit dem äufseren Topf herstellen. Die in Email oder Nickel ausgeführten Aufsengefäfse haben 3 Contaktstifte, die mittels besonderer Isolation wasserdicht eingeschraubt sind. Um eine gewisse äufserliche Ebenmäfsigkeit herzustellen, werden die Zuleitungsstreifen *a* und *b* gekreuzt, sodafs der Contakt *a* mit dem mittleren und die Contakte *b* und *c* mit den beiden äufseren Stiften in Verbindung stehen. Nach Herstellung dieser Verbindungen werden Aufsen- und Innengefäfs verlötet. Die Schutzhülle bewahrt die Widerstände vor mechanischen Beschädigungen, und die Luftschicht zwischen den beiden Gefäfsen dient als Wärmeisolator. Doch spielt letzterer Umstand keine erhebliche Rolle, da das Edelmetall fest in die Glasur des Email eingebrannt ist, und daher die beim Stromdurchgang in dem Widerstand erzeugte Wärme an das Email, den Eisenkörper und den Topfinhalt unmittelbar abgegeben wird. Diese sofortige und vollständige Wärmeabgabe ermöglicht allein die sehr bedeutende Querschnittsbelastung, die bei dem Prometheus-System angewendet wird. Ein Bodenstreifen von 635 mm Länge, 16 mm Breite und 1/4000 mm Dicke, also von 0,004 mm² Querschnitt ist für eine Belastung von 3,5 A., also eine Stromdichte von 675 A. auf den mm² bestimmt, verträgt aber noch eine Überlastung um 50 bis 100 %. Ein Nickelindraht müfste für dieselbe Beanspruchung bei einem Durchmesser von 0,58 mm eine Länge von 21 m besitzen, würde aber schon bei einer Überlastung von 5 bis 10 % durchschmelzen Die Wärmeabgabe der glatten Metallschicht an die äufsere Luft ist fast ganz zu vernachlässigen, da das Metall innig mit dem Email verbunden und letzteres ein besserer Wärmeleiter als die Luft ist. Der Stromverbrauch zur Erwärmung der dünnen Wandungen ist wegen deren geringen Masse nur unbedeutend. Töpfe, in denen Wasser kocht, kann man in der Hand halten, da sich die Metallhülle fast gar nicht erwärmt. Der Wirkungsgrad der Prometheus-Apparate beträgt nach den Versuchen von Prof. Kittler 83,9 bis 87,1 % (*E. T. Z. XIX 56, 1898*). Diese Zahlen finden eine vollkommene Bestätigung durch die Messungen, die die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf Antrag der Firma ausgeführt hat (*E. T. Z. XIX 295, 1898*). Die neuesten Construktionen von gröfseren Apparaten erreichen sogar einen Wirkungsgrad von über 90 %. *H. H.-M.*



Neu erschienene Bücher und Schriften.

J. C. Poggendorffs biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern, Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen, Geographen u. s. w. aller Völker und Zeiten. III. Band, die Jahre 1858—1883 umfassend, herausgegeben von Dr. B. W. Feddersen und Prof. Dr. A. J. von Oettingen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, VIII und 1496 S. M. 45.

Dieser seit 1896 in Lieferungen herausgegebene neue Band des Poggendorffschen Handwörterbuchs liegt jetzt vollständig vor. Die Einrichtung ist im wesentlichen die der früheren beiden Bände, doch ist die Deutlichkeit und Übersichtlichkeit durch einige zweckmäfsige Verbesserungen noch erhöht, auch ist bei Abhandlungen und Büchern die Seitenanzahl hinzugefügt. Das Material kann den gröfstmöglichen Anspruch auf Correktheit machen, da aufser den eigenen Angaben der Autoren auch die Bücherkataloge der verschiedenen Länder benutzt und namentlich der Katalog der London Society, der gleichfalls bis 1883 reicht, durchgehend verglichen wurde. Aufser den Erscheinungen des im Titel bezeichneten Zeitraums enthält der Band auch zahlreiche, zum Teil schon von Poggendorff gesammelte Nachträge und Berichtigungen (z. B. über alte arabische und indische Autoren). Die pädagogische Litteratur ist im allgemeinen ausgeschlossen, nur bei Schriftstellern, die auch in der Wissenschaft sich produktiv gezeigt, sind der Regel nach die von ihnen verfafsten Lehrbücher gleichfalls aufgeführt. Über die nicht unerhebliche Beteiligung des Lehrerstandes an der wissenschaftlichen Arbeit giebt auch dieser Band schon bei flüchtiger Durchsicht interessante Aufschlüsse (bei C. Fliedner ist als Todesjahr fälschlich 1855 angegeben.) Welcher Aufwand an Arbeit in dem Bande steckt, kann u. a. daran erkannt werden, dafs die Erklärung der Abkürzungen für die Quellenlitteratur allein sechs Seiten mit mehreren hundert Nummern füllt. Über den Nutzen des Werkes ist kaum etwas hinzuzufügen nötig. Nicht nur wer in einer der exakten Wissenschaften selbst arbeitet, sondern auch wer sich historisch orientieren will, wird es, wie schon die beiden früheren Bände, als ein unentbehrliches Hülfsmittel schätzen. Es ist demnach als eines von den Werken zu bezeichnen, die in einer Lehrerbibliothek nicht fehlen dürfen. Beiläufig bemerkt sei für die Leser dieser Zeitschr., dafs die öfter beanstandete Schreibweise Rühmkorff in diesem Bande ausdrücklich als die richtige bezeichnet ist. — Den Preis für Band I—II hat die Verlagshandlung mit dem Erscheinen des III. Bandes auf M. 28 — herabgesetzt. Ein IV. Band, die Jahre 1884—1900 umfassend, ist bereits in Vorbereitung.

P.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 9. umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Prof. Dr. L. Pfaundler und Prof. Dr. O. Lummer. II. Band. I. Abteilung. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1897. XX u. 1192 S. 18 M., geb. 20 M.

Ein Zeitraum von 18 Jahren liegt zwischen dem Erscheinen der 8. und 9. Auflage dieses trefflichen Handbuchs der Optik. Der vordem handliche Band hat sich in einen unhandlichen Wälzer von doppelter Dicke verwandelt. Aus dem ursprünglichen Werke, den 1827 erschienenen *Éléments de physique et de météorologie*, ist wohl kein Satz mehr in dieser Auflage erhalten geblieben. Nur der Name Pouillets auf dem Titel erinnert noch an den ersten Verfasser, dessen eigene Arbeit längst von seinen Nachfolgern beseitigt worden ist. Die 8. Auflage hatte L. Pfaundler noch allein besorgt; bei der jetzt vollendeten Umarbeitung hat O. Lummer mitgewirkt, der die Photometrie und die geometrische Optik nebst der Lehre von den optischen Instrumenten von dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft aus dargestellt hat. Es werden zunächst das Wesen, die Fortpflanzung und die Stärke des Lichtes, dann die Spiegelung und Brechung an ebenen und kugelförmigen Flächen und hiernach die Farbenzerstreuung behandelt. In den folgenden Abschnitten über Spektralanalyse und über Umwandlungserzeugnisse oder Wirkungen des absorbierten Lichtes werden zwar viele, wenn auch nicht alle wesentlichen Fortschritte berücksichtigt, die Art der Darstellung aber wird im ganzen nicht geändert. Um die geometrische Optik auf einwandsfreiere Grundlagen zu stützen, ist der Abschnitt der alten Auflage über die Elemente der Undulationstheorie, Interferenz und Beugung des Lichtes zerlegt und der Stoff anders verteilt worden. Aus der Wellentheorie, die frühzeitig eingeführt wird, sind die Grundgesetze der geometrischen Optik abgeleitet. Die Abbildung im Sinne der Wellentheorie ist nach Abbe behandelt. An die Untersuchung der aberrationsfreien, spiegelnden und brechenden Flächen, der kaustischen Kurven und des Astigmatismus schliefst sich die für die praktische Optik wichtigste Aufgabe der Erweiterung des Abbildungsgebietes bei centrierten optischen Systemen. Auf den unter Mitwirkung von A. König und E. Hering umgearbeiteten Abschnitt über das Auge und die Gesichtsempfindungen folgt eine Untersuchung der Strahlenbegrenzung und der von ihr abhängigen Lichtwirkung optischer Systeme und dann eine streng systematische und ganz moderne Behandlung der

optischen Instrumente. Auch die physikalische Optik (die Interferenz, die Beugung, die geradlinige Polarisation, die doppelte Brechung, die Farben doppelbrechender Krystallplatten im polarisierten Lichte und die Erscheinungen des elliptisch und cirkular polarisierten Lichtes) ist den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend umgearbeitet. Hier sind eine Reihe anschaulicher Unterrichtsmodelle und die objektiven Darstellungen mittels der optischen Bank von F. Schmidt und Haensch lobend hervorzuheben. Während Pfaundler mit grofsem Geschick die neueren Demonstrationsmittel berücksichtigt, beachtet Lummer mehr die Vervollkommnung der wissenschaftlichen Instrumente; daher sind in der geometrischen Optik mehrere neue und treffliche Unterrichtsapparate unberücksichtigt geblieben und Demonstrationsmittel von nur noch historischem Werte aus der letzten Auflage beibehalten worden. Da jene Apparate zumeist in dieser Zeitschrift beschrieben sind, so hat dieser kleine Mangel für deren Leser zumal nach dem Erscheinen des Generalregisters über die zehn ersten Jahrgänge keine Bedeutung.

Das Erscheinen des vorliegenden Bandes, der in der Büchersammlung keines Physiklehrers fehlen darf, wird voraussichtlich auf die Gestaltung des optischen Unterrichts einen erheblichen Einfluſs ausüben. Zwar wird dadurch selbstverständlich die strittige Frage, in welchem Umfange die physikalische Optik auf den höheren Schulen zu lehren sei, nicht gelöst; die sehr klare und leicht faſsliche Darstellung der geometrischen Optik aber wird sicher allgemeiner der Erkenntnis zum Durchbruch verhelfen, daſs in dem üblichen Betriebe der geometrischen Optik einige Teile umgestaltet und vertieft werden müssen. *H. H.-M.*

Elementare Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus. Von Silvanus P. Thompson, Prof. d. Physik am Technical College zu London. Autorisierte deutsche Übersetzung auf Grund der neuesten Auflage des Originals von Dr. A. Himstedt. 2. Aufl. Mit 283 Abbildungen im Text. Tübingen 1897, H. Laupp. VIII. u. 604 S. M. 7.

Die 1887 erschienene erste Auflage der Übersetzung wurde in dieser Zeitschrift *I 180* eingehender besprochen. Die neue Auflage berücksichtigt die inzwischen gemachten wichtigen Fortschritte und Entdeckungen in einer Reihe bedeutender Verbesserungen und Erweiterungen. In der Reibungselektrizität sind die Influenzmaschinen ausführlicher behandelt. Die Lehre vom Elektromagnetismus ist durch Vorlesungen über die Eigenschaften des Eisens und Stahls und über den magnetischen Kreis zeitgemäfs erweitert und der Abschnitt über Wärme, Licht und Arbeit, erzeugt durch elektrische Ströme, durch eine Vorlesung über Zufuhr und Messung der elektrischen Energie vermehrt. Neu ist der Abschnitt über die Selbstinduktion. Die Darstellung der Dynamomaschinen ist ganz umgearbeitet und durch Vorlesungen über Wechselströme, Wechselstrom-Generatoren, Transformatoren und Wechselstrommotoren erweitert. In dem Abschnitt über Elektrochemie ist den Sammlern eine eigene Vorlesung gewidmet. Die Elektro-Optik ist durch die Lehre von den elektrischen Wellen und durch die Hertzschen Versuche wesentlich vervollständigt. Der Übersetzer hat aufserdem einen kurzen Anhang über Röntgen-Strahlen hinzugefügt. In dieser neuen Gestalt wird sich dies treffliche, knappe und handliche Lehrbuch sicher viel neue Freunde erwerben. *H. H.-M.*

Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen über elektrische Energieverhältnisse und unter Darstellung der den Anwendungen in der Elektrotechnik zugrunde liegenden Prinzipien bearbeitet von Dr. Ignaz G. Wallentin, Dir. d. k. k. Franz-Joseph-Gymnasiums in Wien. Mit 230 in den Text aufgenommenen Holzschnitten. Stuttgart, F. Enke, 1897. VIII u. 394 S. M. 8. —

Das Buch ist kein Auszug aus des Verfassers *Einleitung in das Studium der modernen Elektrizitätslehre* (vgl. diese Zeitschr. *VI 207*), sondern eine Neubearbeitung, bei der zwar im wesentlichen die Stoffverteilung des älteren Werkes beibehalten, die theoretischen Entwicklungen aber zurückgedrängt und dafür die Anwendungen in gröfserem Umfange berücksichtigt wurden. Bei der Darstellung bediente sich der Verfasser mit Geschick und Erfolg des Prinzips der Erhaltung der Energie und erzielte so eine einheitlichere Übersicht über das theoretisch und experimentell erschlossene Gebiet. Das klar und leicht faſslich geschriebene Lehrbuch, das nur einen propädeutischen Charakter beansprucht, bereitet in recht bequemer und sicherer Weise auf das Studium der ausführlicheren Werke über Theorie und Anwendungen der Elektrizität vor. *H. H.-M.*

Physik und Chemie. Gemeinfaſsliche Darstellung ihrer Erscheinungen und Lehren. Von Dr. B. Weinstein. Mit 84 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, J. Springer, 1898. VIII und 427 S. M. 4. —

Das Buch enthält eine geschickte Zusammenstellung der wichtigeren physikalischen und chemischen Thatsachen und der Lehren, durch die sie jetzt mit einander verknüpft werden. Auf die Art, wie jene Thatsachen festgestellt und jene Einsichten in das Getriebe der Natur gewonnen wurden,

geht der Verfasser nur flüchtig ein. Er schreibt kein Schulbuch, sondern wendet sich an die breiten Massen des Volkes, die er ohne Verwendung mathematischer Hilfsmittel in einer zuweilen etwas unbeholfenen Sprache bis zu einem Verständnis des Hertzschen Prinzips der geradesten Bahnen zu führen wagt. Der Schulmann wird den Erfolg und den Wert eines solchen kühnen Unternehmens vielleicht bezweifeln, aber doch nicht ohne Nutzen die Ausführungen eines tüchtigen Gelehrten lesen, der in Begeisterung für sein Arbeitsgebiet dessen Schätze weiteren Kreisen erschliefsen will. *H. H.-M.*

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von Professor Dr. Felix B. Ahrens. Stuttgart, Ferdinand Enke 1896 u. 97 (Jahresband von etwa 30 Bogen 12 M).

Diese Sammlung, welche von dem Breslauer Professor Ahrens 1896 ins Leben gerufen worden ist, und von welcher die beiden ersten Bände zur Zeit vorliegen, hat sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, einem jeden auf dem Gebiete der Chemie Thätigen zu ermöglichen — was bei der aufserordentlichen Fülle von Veröffentlichungen und ihrer Zerstreutheit so schwer geworden ist — „in allen wichtigen Fortschritten der Chemie auf dem Laufenden zu bleiben“. Dieses Ziel will die Sammlung dadurch erreichen, „dafs sie in zusammenfassenden Arbeiten wichtige und interessante Fragen, Körpergruppen, die unserer Erkenntnis näher gerückt sind, neue Verfahren und Arbeitsmethoden u. dergl. behandeln wird; sie wird sowohl die reine, wie die angewandte und die Elektrochemie in ihren Bereich ziehen“.

Der erste Band (1896) hat neun, der zweite (1897) sieben Arbeiten gebracht. Diese entsprechen in Bezug auf Darstellung wie Wahl der Themata ausnahmslos dem obigen Programme. Hier sei auf diejenigen hingewiesen, welche eine besondere Aufmerksamkeit seitens der Lehrer der Naturwissenschaften beanspruchen dürfen.

Im ersten Hefte bespricht in lichtvoller und erschöpfender Weise der Herausgeber selbst „die Metallcarbide und ihre Verwendung“. Da die Arbeit in dieser Zeitschrift, wenn auch nur gelegentlich (Band X S. 254, 1897), schon erwähnt worden ist, sei hier nur bemerkt, dafs ihre wichtigsten Teile vom Calciumcarbid und Acetylen, sowie von dem als Schleifmittel so nützlichen Carborundum handeln. Letzteres, bekanntlich eine Verbindung von Silicium und Kohlenstoff, ist also den Metallcarbiden zugezählt worden. Hingegen werden die Eisensorten, welche Kohle chemisch gebunden enthalten, nicht in den Kreis der Besprechung gezogen. Zum Ersatz hierfür dient ein besonderer Vortrag „Kohlenstoffformen im Eisen von Hanns Frhr. von Jüptner“. — In der Arbeit „Argon und Helium, zwei neue gasförmige Elemente“ giebt Martin Mugdan eine übersichtliche Darstellung der Forschungen betreffend den neu aufgefundenen merkwürdigen Bestandteil der atmosphärischen Luft, sowie jenen anderen Grundstoff, der früher nur durch die Spektralanalyse in der Sonne und den Fixsternen nachgewiesen war. Auch die in kürzeren Referaten meist wenig gewürdigten Schwierigkeiten, welche sich bei dem Versuche, die neuen Elemente in das periodische System einzureihen, ergeben haben, finden hier eine klare Besprechung. — Ebenfalls in das Gebiet der reinen Chemie gehört W. Marckwalds Abhandlung „die Benzoltheorie“. In dieser wird Kekulés berühmte Lehre, die für unser Verständnis von den aromatischen Verbindungen so epochemachend gewesen ist, nebst den gegensätzlichen Hypothesen von Ladenburg u. s. w. in erschöpfender Weise entwickelt. Besonders wertvoll ist der den Schlufs bildende Nachweis, dafs die Kekulésche Strukturformel, die doch zunächst nur das chemische Verhalten des Benzols und seiner Derivate erklären sollte, auch mit den physikalischen Eigenschaften dieser Körper — Molekularrefraktion, Molekularvolum und Verbrennungswärme — im Einklang oder wenigstens nicht im Widerspruch steht.

Die übrigen Vorträge sind zumeist dem Bereiche der angewandten Chemie entnommen. Unter ihnen verdient eine besondere Beachtung — und zwar mit Rücksicht auf die von Jahr zu Jahr wachsende Bedeutung der Goldvorkommnisse von Südafrika — die von dem Herausgeber der Sammlung verfafste Abhandlung „die Goldindustrie der südafrikanischen Republik (Transvaal)“. Dieselbe stützt sich in ihren technischen und volkswirtschaftlichen Mitteilungen ausschliefslich auf authentisches, ja vielfach auf zuvor noch nicht veröffentlichtes Material. Ebenso wertvoll ist der chemische Teil, d. h. die Schilderung der neueren Verfahren zur Goldgewinnung aus dem Gestein. Hier sei vor allem hingewiesen auf die Besprechung der Goldauflösung aus den Pochrückständen durch Cyankalium, wobei die so überaus auffallende Thatsache, dafs Gold durch dieses indifferente Salz unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs in lösliches Kaliumgoldcyanür übergeführt wird, den Forschungen des Herrn G. Bodlaender entsprechend ihre Erklärung findet.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs die Abhandlungen dieser Sammlung auch einzeln käuflich sind. Möge das neue litterarische Unternehmen, welches ein gerade in den Kreisen der naturwissenschaftlichen Lehrer oft ausgesprochenes Bedürfnis zu befriedigen bestimmt ist, bei diesen die Beachtung finden, welche es verdient. *J. Schiff.*

Methodischer Leitfaden für den Anfangsunterricht in der Chemie. Von Dr. W. Levin. Mit 87 Abbild. 2. Aufl. Berlin, O. Salle 1896. 170 S.

Der Leitfaden schliefst sich in methodischer Hinsicht am meisten dem Wilbrandschen Verfahren an. Wie schon in der früheren Besprechung (d. Ztschr. *VI 105*) hervorgehoben, tritt zwar die feinere methodische Behandlung im Vergleich zu den Lehrbüchern des genannten Autors zurück, doch sind andrerseits die Abweichungen genügend motiviert, so dafs das Buch seinem Zwecke, an Oberrealschulen für den propädeutischen Kursus und an Realschulen als Leitfaden zu dienen, im allgemeinen gut entspricht. Besonders seien die Figuren — von denen ein grofser Teil Originalzeichnungen sind, während andere z. B. den Arendtschen Büchern entnommen sind — rühmend hervorgehoben.

Zwei Einzelheiten können wir nicht übergehen. Auf S. 8 findet sich die unhaltbare Angabe, dafs die Menge des frei und gebunden vorkommenden Sauerstoffs „etwa die Hälfte von dem ganzen Gewichte unseres Himmelskörpers" ausmache; dieser Angabe, die das hohe spez. Gewicht unseres Planeten ganz aufser acht läfst, liegt eine Verwechselung mit der relativen Häufigkeit des Sauerstoffs in der obersten Erdschichte (wobei übrigens das Meer mit seinem hohen Prozentsatz an O den Hauptfaktor abgiebt) zu Grunde (vgl. F. W. Clarke, Phil. Soc. of Washington, B. Vol. II, S. 129—142; Clemens Winkler, Ber. d. Deutschen chem. Gesellsch. XXX, 1, S. 7—8). — Ein grösseres Versehen liegt in der S. 148/149 gegebenen Tabelle vor, aus der man mit einigem Staunen ersieht, dafs von sämtlichen aufgeführten (67) chemischen Elementen, z. B. allen Metallen, die Molekulargewichte bereits „mit Sicherheit festgestellt" sind (S. 147); daselbst steht z. B. Aluminium mit dem „Molekulargewicht" 54, Baryum mit 274, Eisen mit 112 u. s. w., indem jedesmal das Atomgewicht mit dem Faktor 2 multipliziert wurde. Hypothese und Forschungsergebnis sind hier verwechselt. Hoffentlich werden diese Fehler in einer neuen Auflage beseitigt. *O. Ohmann.*

Netoliczkas Physik und Chemie für Bürgerschulen. In drei concentrischen Kreisen neu bearbeitet von J. Steigl, Dr. E. Kohl, K. Bichler. 1., 2. u. 3. Stufe. Wien 1896, Pichlers Ww. u. Sohn. 1. Stufe 100 S., 2. 132 S., 3. 114 S.

Die vorstehenden drei Büchlein sind eine Neubearbeitung der „Physik und Chemie für Bürgerschulen" von Prof. Dr. Netoliczka, die seiner Zeit eine grofse Verbreitung fand. Es ist ein eigenartiger Versuch, der hier dargeboten wird, indem das ganze Pensum nicht nur, etwa nach Art des Unter- und Oberkursus, in zwei, sondern in drei Kursen bearbeitet ist; so wird beispielsweise in der Optik auf der unteren Stufe als Hauptsache die Reflexion an ebenen Flächen, auf der mittleren die an Hohlspiegeln sowie die Brechung im Prisma, und erst auf der oberen Stufe die Brechung in den Linsen durchgenommen. Als ein Mangel mufs bezeichnet werden, dafs gleich auf der ersten Stufe die Molekularhypothese so stark in den Vordergrund tritt; der hypothetische Charakter ist dabei nicht genügend betont, die Begründung (S. 7) geradezu verfehlt. Auch dafs der Anfangsunterricht in der Chemie als ersten Hauptversuch die sog. Elektrolyse des Wassers bringt, ist schwerlich zu rechtfertigen. Dagegen enthalten die Bücher viele treffende kleinere Versuche (vergl. Netoliczka, Experimentierkunde, d. Zeitschr. *VIII 232*). *O. Ohmann.*

Der erste Chemieunterricht. Ein methodisches Schulbuch mit geordneten Denkübungen von Kurt Geifsler. Leipzig, W. Möschke, 1898. X u. 77 S.

Im vorliegenden Leitfaden ist der Stoff methodisch derart gegliedert, dafs vom Versuche ausgegangen wird, Schlufsfolgerungen daraus gezogen und Übungsfragen angeschlossen werden. Begonnen wird mit der Untersuchung der Luft nebst den Verbrennungserscheinungen, nicht auf Grund der Metallaschenbildung, sondern der Kalkwasserreaktion; darauf folgen Wasser nebst genaueren theoretischen Belehrungen, Sauerstoffsalze, Haloidsalze, die sog. Hydrüre, Sulfide und ein kurzer Abschnitt über organische Chemie. — Es soll durchaus anerkannt werden, dafs sich Verfasser von dem Bestreben leiten läfst, die Erkenntnis allmählich im Schüler entstehen zu lassen, alles Dogmatische zu vermeiden und möglichst folgerichtig vorzugehen. Indessen ist die Betrachtungsweise vielfach, um recht deutlich zu sein, zu weit ausgesponnen, so dafs es dem Schüler und der Schülerin — denn auch auf diese will das Buch Rücksicht nehmen — oft genug schwer fallen wird, den leitenden Faden noch herauszuerkennen; denn die sämtlich gesperrt gedruckten, übrigens nicht kurz genug gefafsten „Schlufsfolgerungen" erscheinen alle gleichwertig und sind so zahlreich, dafs der Schüler nicht unterscheiden kann, auf welche es vornehmlich ankommt. Auch mufs bezweifelt werden, ob die Luftuntersuchung auf Grund der Kalkwasserreaktion für den ersten Anfang geeignet sei, so hübsch ausgearbeitet auch der Lehrgang gerade in diesem Teile ist; denn um da verständlich zu werden und streng zu bleiben, wird es notwendig, sogleich die Natur des Kalkes und Kalkwassers zu erläutern, wozu wiederum die bis dahin gewonnenen Grundbegriffe noch zu unvollständig sind; so kommt Verfasser schon auf S. 4 zu der Schlufsfolgerung: „Durch längeres Glühen verändert die Kreide ihre Eigenschaften und wird

zu etwas, das durch Löschen alle Eigenschaften des Kalkes erhält (ungelöschter und gelöschter Kalk, genannt Kalkhydrat, Kalköfen!). Derselbe unsichtbare Stoff, welcher Kalk zu Kreide machen kann, wird vermutlich von der Kreide durch Glühen abgegeben (in die Luft)"; und S. 7 steht bereits die weitgehende Schlufsfolgerung: „In den Stoffen, die das Licht (soll heifsen eine Kerze) oder auch unsere Lunge liefert, steckt Kohle; das beim Verbrennen mit dem O der Luft erzeugte Produkt heifst mit Recht wasserfreie Kohlensäure. Vereinigung zweier Stoffe derart, dafs sie in den kleinsten Teilen andere Beschaffenheit zeigen, heifst chemische Verbindung. Verbrennung ist chemische Verbindung von O mit einem anderen Stoffe unter Hitze. Kreide ist kohlensaurer Kalk. Reine Kohle, auch genannt Kohlenstoff, heifst kurz C." Statt der Einfachheit, die der Verfasser dem Vorwort gemäfs anstrebt, wird so vielmehr eine gewisse Buntheit hervorgerufen. Auch die „Übungsfragen" sind zuweilen nicht geschickt gestellt, so S. 1, nach Erörterung einiger physikalischen Erscheinungen, „2. Wieso hat Wasser nicht an sich das Bestreben, emporzusteigen oder hinabzufliefsen? 3. Wenn Wasser im festgehaltenen Glasrohr ruhend schwebt, welche Kräfte wirken so gegeneinander, dafs keine Bewegung entsteht?" Dagegen sind die Versuche aus der organischen Chemie sehr zweckmäfsig ausgewählt, die Darlegungen klar und frei von Breite. — Auf Einzelheiten möchten wir nicht eingehen, nur einiges sei erwähnt; statt Molekül wird immer gesagt „das Molekel" mit dem Plural „die Molekel"; dem Satze, dafs Quecksilberoxyd zerlegt wird, „falls die Flamme Hitze über 360° giebt", liegt wohl eine Verwechselung zu Grunde; die Schreibweise ClH, ClNa, JK u. s. w. der vulgären Sprechweise zu Liebe, kann nicht gebilligt werden; Figuren und Register sind nicht beigegeben; die am Schlufs angefügten „Behaltverse" nach Art der alten Zumptschen Genusregeln müssen als ein Fehlgriff bezeichnet werden. — Andererseits soll hervorgehoben werden, dafs manche Gedankengänge und Fragen, besonders physikalische, sowie Versuchsanordnungen ganz origineller Natur sind, so dafs sich in dieser Beziehung der Leitfaden von manchen ähnlichen, die nichts Eigenes bieten und für die Methodik des chemischen Unterrichts belanglos sind, vorteilhaft unterscheidet. *O. Ohmann.*

Physikalische Chemie für Anfänger. Von Dr. M. Ch. van Deventer. Mit einem Vorwort von J. H. van't Hoff. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1897. 167 S. M. 3,50; geb. M. 4,00.

Das Buch ist aus den früheren Vorlesungen van't Hoffs in Amsterdam hervorgegangen, indem der Verfasser zuerst Zuhörer, dann Mitarbeiter van't Hoffs im Laboratorium war. Es soll namentlich den Bedürfnissen der Mediziner und Pharmaceuten sowie der angehenden Chemiker entgegenkommen, ist aber auch angehenden Physikern zu empfehlen, da es die so wichtigen Resultate der neueren physikalischen Chemie in einfacher und übersichtlicher Weise zusammenfafst. So giebt es in 7 Hauptkapiteln: Definitionen, Grundgesetze über die Zusammensetzung, über das Verhalten der Gase; einige Punkte aus der chemischen Wärmelehre; nähere Ausführungen über Lösungen, photochemische Erscheinungen und das periodische System. Das Buch, ursprünglich holländisch geschrieben, zeichnet sich auch in der — vom Verfasser besorgten — Übersetzung durch Klarheit des Stiles aus; recht nützlich ist auch, dafs manches Gesetz nicht nur in einer Fassung, sondern in zweien oder dreien formuliert ist. Für einige Darlegungen wäre eine Figur, deren das Buch nur ganz vereinzelte enthält, von Nutzen gewesen, beiläufig sei erwähnt, dafs S. 16 neben dem „normalen Druck" von 760 mm als „normale Temperatur" irrtümlich 15° C. angegeben ist. Das Buch sei allen empfohlen, die sich über die wichtigsten Ergebnisse der physikalischen Chemie kurz orientieren wollen. *O. Ohmann.*

Bau des menschlichen Körpers, Leitfaden für den Unterricht. Von Prof. Dr. Lensch, Oberl. a. Wilh.-Gymn. zu Berlin. Mit 32 Bildern. 2. Aufl. Berlin 1897. Wiegandt u. Grieben. 84 S.

Der Leitfaden giebt in klarer Entwicklung einen Überblick über die Organsysteme des Menschen. Auf die Darstellung der Gesundheitsregeln ist eine anerkennenswerte Sorgfalt verwendet. Die nicht gerade zahlreichen, aber zweckmäfsig ausgewählten Abbildungen sind zum Teil dem vom Kaiserl. Gesundheitsamt besorgten Gesundheitsbüchlein (Berlin, J. Springer) und der Physiologie von Landois entlehnt. Da das Buch keine oberflächliche Arbeit ist, vielmehr den Stempel gründlichen Fleifses trägt, so sei es der Beachtung der Fachgenossen bestens empfohlen. *O. Ohmann.*

Versammlungen und Vereine.

III. internationaler Congrefs für angewandte Chemie. Wien 1898.

Der Congrefs wird vom 28. Juli bis 2. August in Wien tagen und aufser einer Reihe aktueller Fragen — z. B. Anbahnung international giltiger, einheitlicher Untersuchungsmethoden 1. für die Analyse solcher Produkte, welche auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung bewertet und in Verkehr

gebracht werden, 2. für die Controle der verschiedenen industriellen chemischen Betriebe — auch eine Besprechung von Fragen des Unterrichtes bringen. Letztere beziehen sich hauptsächlich auf die Vorschriften der Staatsprüfung für das chemisch-technische Fach.

Die Gegenstände, die in XII Sektionen beraten werden, sind: I. Allgemeine analytische Chemie und Instrumentenkunde, II. Nahrungsmittelchemie, medizinische und pharmaceutische Chemie, III. Agrikulturchemie, IV. Zucker-Industrie, V. Gährungs-Industrie, VI. Chemie des Weines, VII. Chemische Industrie der anorganischen Stoffe, VIII. Metallurgie, Hüttenkunde und Industrie der Explosivstoffe, IX. Chemische Industrie der organischen Stoffe, X. Chemie der graphischen Gewerbe, XI. Unterrichtsfragen und allgemeine Angelegenheiten der Chemiker, XII. Elektrochemie.

Auskünfte und detaillierte Congrefsprogramme sind vom General-Sekretariat, Wien IV/2, Schönburgerstrafse 6, erhältlich. Als Ehren-Präsident des Congresses fungiert A. Bauer, als Präsident H. v. Perger.

Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.

7. Hauptversammlung zu Leipzig vom 31. Mai bis 2. Juni 1898.

Die Versammlung fand in den Räumen des Realgymnasiums statt und zählte etwa 100 Teilnehmer. Die Eröffnung erfolgte durch den Vorsitzenden, Direktor Dr. Schotten. Als Vorsitzender des Ortsausschusses begrüfste Herr Prof. Dr. Böttcher die Anwesenden, indem er auf die vor acht Jahren an derselben Stelle erfolgte Gründung des Vereines hinwies.

Hierauf sprach Herr G.-R. Prof. Dr. Ostwald als Vertreter der Universität. Er betonte deren enge Verbindung mit der Schule. Von der letzteren stamme die erste Gestaltung des wissenschaftlichen Denkens; sie habe das auf der Universität geförderte Material weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Im Anschlufs an seine Erwiderungsrede überreichte der Vorsitzende eine der Versammlung gewidmete Schrift des leider am Erscheinen verhinderten Prof. Holzmüller: *„Zur elementaren Behandlung des logarithmischen Potentials“*.

Vorträge:

1. Wernicke (Braunschweig): „Die mathematisch-naturwissenschaftliche Forschung in ihrer Stellung zum modernen Humanismus“. In ausführlicher historischer Begründung zeigte der Redner, dafs der heutige Gegensatz ursprünglich nicht vorhanden gewesen, überdies nicht notwendig sei und sich leicht überbrücken lasse. Auch der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht könne erfolgreich mitwirken an der Erziehung selbstloser Persönlichkeiten von nationaler Richtung, die ihre Zeit aus der Vergangenheit verstehen, um mitzuschaffen für die Zukunft.

2. Schmidt (Leipzig): „Die Geographie in den oberen Klassen der höheren Lehranstalten“. Der Vortragende befürwortete in überzeugender Weise die Einführung des geographischen Unterrichts in die oberen Klassen.

3. Böttcher (Leipzig): „Geometrische Schieb- und Drehmodelle“. An einer Reihe von Modellen, die von den Schülern mit den einfachsten Hilfsmitteln angefertigt waren, wurde gezeigt, wie man beim Unterricht der Anschauung zu Hilfe kommen und diesen durch Anregung der Selbstthätigkeit fruchtbar machen könne.

Der Nachmittag war dem Besuch einiger Universitätsinstitute gewidmet. Im botanischen Institut veranstaltete Herr G.-R. Prof. Dr. Pfeffer eine Reihe von Vorführungen mit einem grofsen Projektionsapparat eigner Construktion. Im chemisch-physikalischen Institut machte Herr G.-R. Prof. Dr. Ostwald insbesondere auf einen selbstregistrierenden gröfseren Thermostat, sowie auf einen Apparat zur Herstellung flüssiger Luft und die Verwendung letzterer zu Versuchszwecken aufmerksam. Im physikalischen Institut hielt sodann noch Herr Prof. Dr. Drude einen längeren „Experimentalvortrag über elektrische Wellen“. Er begann mit den Versuchen von Tesla und ging dann näher auf die Demonstration des sogenannten Moorelichtes ein, bei welchem die nötige rasche Unterbrechung des Stromes durch einen Wagnerschen Hammer bewirkt wird, der in einem sehr hohen Vakuum liegt (vgl. diese Zeitschr. *X 45*). Sodann stellte er einige Versuche mit elektrischen Drahtwellen an und wies auf deren Bedeutung für chemische Untersuchungen hin. Für letztere Zwecke hat der Vortragende einen praktischen Apparat construiert, der nur $^1/_8$ ccm Substanzmenge erfordert. Den Schlufs bilden Versuche mit dem Marconischen Apparat. Es wurde auch darauf hingewiesen, dafs selbst wenn ein Leitungsdraht zwischen den Stationen gelegt werden müsse, derselbe nicht von der Erde oder vom Wasser isoliert zu sein brauche. Ein anderer Vorteil gegenüber dem bisherigen Systeme liege bei Anwendung der Funkenentladungen in der grofsen Steigerung der Geschwindigkeit der Telegraphie.

2. Tag. Der Vorsitzende eröffnete die Versammlung mit der Begrüfsung des Vertreters der Kgl. Sächsischen Regierung, des Herrn G.-R. Dr. Vogel.

Vorträge:

1. Schwalbe (Berlin): „Die Lehrer der Naturwissenschaften als Beaufsichtiger der schulhygienischen Verhältnisse". Der Vortrag gipfelte in folgenden Thesen: 1. Die naturwissenschaftlichen Lehrer sind ihrer Vorbildung nach imstande, die allgemeine hygienische Überwachung der Schulen zu übernehmen. 2. An jeder Anstalt wird ein Fachlehrer der Naturwissenschaften beauftragt, dem Direktor über die hygienischen Verhältnisse der Anstalt regelmäfsig Bericht zu erstatten, ebenso auch der vorgesetzten Behörde (hygienischer Inspektor). 3. Der hygienische Inspektor ist verpflichtet, die für die gesundheitliche Controlle notwendigen Listen zu führen. 4. Alle hygienischen Mafsregeln des Unterrichts können nur unter Berücksichtigung der pädagogischen und wissenschaftlichen Forderungen getroffen werden. 5. Es ist wünschenswert, dafs in der Schulaufsichtsbehörde ein Arzt als Mitglied ernannt wird. — Diese Thesen fanden die Zustimmung der Versammlung.

2. Schülke (Osterode) und Pietzker (Nordhausen), Referat und Correferat über die Frage: „Wodurch sorgt man für einen stetigen Fortschritt im Unterricht"?

Nach lebhafter Debatte erklärt sich die Versammlung im Sinne von Herrn Prof. Dr. Schwalbe für die Schaffung einer Auskunftsstelle, namentlich für Lehrmittel.

Die Versammlung trennte sich hierauf in eine mathematisch-physikalische und eine chemisch-naturgeschichtliche Sektion.

Vorträge:

A. 1. Wehner (Plauen): „Der Aufbau der Stereometrie". Der Redner verwirft den Ausgang von dem allgemeinen Cavalierischen Satz, will aber die Cavalierische Methode gewahrt wissen.

2. Weise (Halle a. S.): „Die Bedeutung der physikalischen Dimensionsformeln und deren Nutzen für die Schule". Es werden folgende Vorteile hervorgehoben: 1. Die Möglichkeit einer mechanischen Ausführung der Umrechnung. 2. Die Prüfung der Richtigkeit des Ansatzes einer Gleichung. 3. Die Benutzung zur Auffindung unbekannter Gesetze auf experimenteller Grundlage. 4. Der einfache Einblick in den Zusammenhang des gewählten Mafssystems. 5. Die leichte Mafsbestimmung der physikalisch-technischen Gröfsen. Trotz dieser Vorzüge spricht sich der Vortragende unter Zustimmung der Versammlung dahin aus, dafs die Dimensionsformeln für den Unterricht nur von untergeordnetem Werte seien.

B. 1. Lohrmann (Annaberg): „Die Verteilung des zoologischen Unterrichtsstoffes mit besonderer Berücksichtigung der Anthropologie".

2. Löwenhardt (Halle a. S.): „Die Notwendigkeit von Hausarbeiten im chemischen Unterricht". Die Arbeiten sollen dazu beitragen, den Schüler auf dem ihm anfänglich fremden Gebiet bald heimisch zu machen. Es ist vom Einfachsten auszugehen. Von der Beschreibung des im Unterricht Gesehenen ist methodisch fortzuschreiten bis zu umfassenden Arbeiten, in denen die Abiturienten ihr Wissen voll zur Geltung bringen können. Die Vorbereitung dieser stilistischen Arbeiten, die auch als kürzere Klassenarbeiten fruchtbar zu machen seien, dürfte bei passender Auswahl des Stoffs wenig Zeit erfordern. Insbesondere könnte auch die Repitition ihnen dienstbar gemacht werden. Den Ausführungen wurde im allgemeinen zugestimmt, jedoch hervorgehoben, dafs bei der beschränkten Stundenzahl für die meisten Schulgattungen an eine Ausführung nicht zu denken sei.

3. Tag. Die letzte Sitzung war wesentlich geschäftlicher Natur. Aus dem Bericht des Herrn Oberlehrer Presler (Hannover) sei hervorgehoben, dafs die Mitgliederzahl des Vereins jetzt 688 gegen 617 am Anfang des Jahres beträgt.

Herr Redakteur Professor Hoffmann (Leipzig) hat der Versammlung das soeben erschienene Heft seiner Zeitschrift gewidmet, worin an erster Stelle sich ein von ihm verfafster Aufsatz über den verdienstvollen Mathematiker Bardey befindet. Mit Beziehung hierauf regt er an, dafs die Lehrer der Mathematik ihrem Dank für die grofsen Leistungen des Verstorbenen einen sichtbaren Ausdruck leihen möchten.

Zum Schlufs sprach noch Schotten (Halle a. S.) über „Das combinatorische Verfahren in der Mathematik". Er wies an der Hand von Beispielen darauf hin, wie man mit Hilfe der combinatorischen Methode ein Thema möglichst fruchtbar gestalten könne. — An die Versammlung schlofs sich ein Ausflug nach Grimma an.

Erwähnt sei noch, dafs mit der Versammlung eine gut beschickte Ausstellung von Lehrmitteln verbunden war. *G. Schwarze, Leipzig.*

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts in Wien.

Sitzung am 27. März 1897. Herr K. Rosenberg erklärte die nach seinen Angaben im physikalischen Lehrsaale des K. K. Officierstöchter-Erziehungs-Instituts ausgeführte Starkstromanlage und führte damit eine Reihe physikalischer und chemischer Schulversuche zum Teil unter Verwendung eines Projektionsapparates vor. Er tauchte ferner eine mit Quecksilber gefüllte Torricellische Röhre zunächst in ein Quecksilbergefäfs und, nachdem sich das Quecksilber normal eingestellt hatte, in ein Gefäfs mit gefärbtem Wasser. Das Quecksilber fiel aus der Röhre heraus und diese füllte sich ganz mit Wasser, das nicht herausflofs, als der Vortragende die Röhre lotrecht aus dem Wassergefäfs heraushob.

Sitzung am 10. April 1897. Herr A. Březina hielt einen Vortrag über ein zu Wien geplantes Urania-Unternehmen. Die Behauptungen des Vortragenden, dafs die Urania zu Berlin lediglich darauf ausgehe, dem Besucher alles spielend beizubringen, und dafs dort hervorragende Fachmänner sich von dem Unternehmen fernhalten, entsprechen jedoch nicht den Thatsachen.

Sitzung am 8. Mai 1897. Herr E. Maifs zeigte die Verwendbarkeit des Kohlrauschschen Spiegelgalvanometers (*Müller-Pfaundler III 612*) im Unterrichte durch eine Reihe von Versuchen und Messungen.

Sitzung am 12. Juni 1897. Herr V. Grünberg führte seinen Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts kleiner Körper vor. (Vgl. *Vierteljahresberichte des Wiener Vereins u. s. w. II 81.*) — Herr E. Maifs zeigte einige Schulversuche, bei denen die Benutzung von Elektromotoren besonders empfehlenswert erscheint.

Sitzung am 23. Oktober 1897. Herr Joh. A. Kail zeigte eine Reihe chemischer Apparate und Versuche.

Sitzung am 27. November 1897. Herr J. Wanka führte seinen neuen Kreiselapparat vor, über den ein ausführlicherer Bericht in dieser Zeitschrift erscheinen wird. — Herr K. Milla zeigte eine von ihm construierte Schraube, die als Motor für ein Wägelchen auf gerader oder kreisförmiger Bahn verwendet werden kann. — Herr J. Hirschler führte das pneumatische Fernthermometer von Daurer vor und wies mittels eines Weinholdschen Projektionsgalvanometers den Thermostrom in stellenweise gehärtetem und stellenweise ungehärtetem Drahte nach.

Sitzung am 18. Dezember 1897. Herr P. Ruppe führte die Teslaschen Versuche mit dem Apparate von Elster und Geitel aus. — Herr J. Tuma zeigte die Marconische Funkentelegraphie. Der Sender bestand 1. aus einer Tesla-Anordnung: aus einem Hochspannungstransformator, durch dessen Primärspule der Wechselstrom der Centrale flofs und dessen Sekundärspule mit den unpaarigen Belegen zweier Condensatorenbatterien verbunden, vorher aber zu einer Funkenstrecke verzweigt war, 2. aus einem zweiten Transformator, dessen Primärspule an die paarigen Belege jener Condensatoren gelegt war, während die Sekundärspule in die Entladungskugeln endigte, von denen die Funken auf einen Marconischen Wellenerreger übersprangen. In den Primärstrom des ersten Transformators war als Unterbrecher eine Art Morsetaster eingeschaltet. Der Empfänger bestand aus einem zwischen zwei Metallplatten von geeigneter Capacität angebrachten Fritter, der mit einem Relais in den Stromkreis eines galvanischen Elementes geschaltet war. Um den Fritter selbstthätig zu erschüttern, war mit dem Morseschen Schreibapparat ein zweites Relais verbunden, das den Fritterstromkreis jedesmal, nachdem das Zeichen auf den Papierstreifen geschrieben war, unterbrach, während das Aufschlagen des Schreibhebels das Erschüttern des an ihm befestigten Fritters besorgte.

Sitzung am 29. Januar 1898. Herr V. von Lang hielt einen Vortrag über Polarisations-Erscheinungen und ihre Projektion.

Sitzung am 26. Februar 1898. Herr H. Huber hielt einen Experimental-Vortrag über Schwefeldioxyd, Schwefeltrioxyd und Schwefelsäure. — Derselbe zeigte eine seit jüngster Zeit bei Radfahrern in Gebrauch gekommene Acetylenlampe samt Gasentwicklungsapparat, die als völlig gefahrlos zu bezeichnen ist.

Mitteilungen über physikalische Schülerübungen.

Auf die Aufforderung des Herausgebers d. Zeitschr. im letzten Heft des X. Jahrgangs ist eine Anzahl von teils kürzeren, teils ausführlicheren Mitteilungen eingelaufen, über die hier auszugsweise berichtet werden soll. Die Mitteilungen beziehen sich auf 2 Realgymnasien (R.G.), 2 Oberrealschulen (O.R.), ein Progymnasium (P.) und 2 Realschulen (R.S.).

1. Berlin, Sophien-R.G. (Dr. *P. Johannesson*) seit Ostern 1896: Übungen 3stündig, facultativ; jeder Schüler einzeln, höchstens 9 gleichzeitig; Gesamtzahl 27 aus den Klassen OI, UI, OII, über drei Wochen verteilt.

2. Berlin, Königst. R.G. (Dr. *M. Mögelin*) seit 1895: Übungen 1stündig, facultativ; Schüler aus OI und UI in Gruppen von meist je 3, Gesamtzahl 12, doch nur alle 14 Tage, da mit Chemie abwechselnd; die eine Hälfte arbeitet immer chemisch, die andere physikalisch (unter Assistenz eines wissensch. Hülfslehrers).

3. Hamburg, O.R. vor dem Holstenthor (Dr. *F. Bohnert*) seit Ostern 1897: Übungen 2stündig, facultativ; Schüler aus OII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12.

4. Halle a. S., Städt. O.R. (*K. Weise*) seit Ostern 1894: Übungen 2stündig, facultativ; Schüler aus OII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12—16 (bei gröfserer Zahl Verteilung auf wöchentlich zwei Nachmittage). Seit Ostern 1897 *Rühlmann*.

5. Duderstadt, P. (R.P.) (Dr. *Bödige*, jetzt in Osnabrück), Ostern 1893—Ostern 1897: Übungen 2stündig, wahlfrei mit Englisch zusammen neben Griechisch. Schüler aus OIII und UII in Gruppen von je 2, Gesamtzahl 12.

6. Waldkirch i. B., R.G. (Dr. *O. Gerlach*) seit 1889: wöchentlich viermal 1 Stunde; Übungen 1stündig mit Schülern der obersten Klasse; in Gruppen von je 2, jedesmal drei Gruppen. Man vgl. einen Aufsatz von *O. Gerlach* „Die Ergänzung des physikalischen Unterrichts durch Schülerübungen" in Zeitschr. f. lateinlose h. Schulen VII, Heft 8 (1896). Ebenda ein Normalverzeichnis physikalischer Apparate für sechsklassige Anstalten.

7. Lennep, R.S. (Dr. *P. Rittinghaus*): Übungen nicht regelmäfsig, 1—2 Stunden umfassend, Schüler der UII in Gruppen von 2—3.

An mehreren anderen Anstalten beschränken sich die Übungen auf gelegentliche Wiederholung von im Unterricht vorgekommenen Versuchen, zumeist messender Art, so in Brandenburg a. H. R.G., (*Fr. C. G. Müller*). Dies Verfahren wird sich überall da empfehlen, wo keine regelmäfsigen Übungen eingerichtet werden können, namentlich auch an Gymnasien.

Dafs die Einrichtungen im einzelnen sehr von einander abweichen, darf nicht Wunder nehmen, da hierbei aufser der Art der Übungen auch lokale und persönliche Bedingungen eine wichtige Rolle spielen.

Bezüglich der Auswahl der Versuche sei den erhaltenen Mitteilungen noch Folgendes entnommen: Im Berliner Sophien-R.G. bestehen die Übungen ausschliefslich in Messungen, für welche vielfach die Anfängerübungen nach A. Kundt an der Berliner Universität als Vorlage gedient haben. — Vom Königstädt.-R.G. zu Berlin giebt Dr. *Mögelin* 51 Aufgaben an, die teils Schulversuche, teils einfache Messungen umfassen; hervorgehoben sei aus diesen die Bestimmung von Wellenlängen durch Newtonsche Ringe und durch Beugung, die Bestimmung der photographischen Expositionsdauer bei Momentverschlufs. — Ähnliche Übungen (39) giebt auch *Bohnert* (Hamburg R.S.) an: z. B. Bestimmung des Ausdehnungscoëfficienten von Alkohol oder Schwefelsäure mit dem Pyknometer; Abhängigkeit des spec. Gewichts einer Salzlösung vom Salzgehalt (graphisch); Unterschied in der Strahlung eines blanken und eines berufsten Gefäfses (graphisch); Bestimmung der spec. Wärme des Terpentins mit dem Strahlungskalorimeter; Bestimmung der Meridianrichtung mit dem Gnomon auf dem Dach der Schule. — Unter den Versuchen von *K. Weise* (Halle) befindet sich die Messung an Noacks compensiertem Wasserdilatometer, und das Wachsen der magnetischen Kraft eines Stahlstäbchens mit der Zahl der Striche. — *Bödige* (Duderstadt) giebt folgende Übungsgruppen an: Schätzen und Messen von Längen, Flächen und Körpern (Dicke eines Drahtes); Gebrauch der Wage; Volumbestimmungen unregelmäfsiger Körper; Handfertigkeitsübungen (Papparbeiten, Krystallmodelle, Löten, Feilen, Behandlung von Glas); Anfertigung von Tabellen, graphischen Darstellungen, Zeichnungen; Bestimmung des specifischen Gewichts; Freihandversuche, Wiederholung von Schulversuchen; Anfertigung einfacher Apparate und Anschauungsmittel. Insbesondere bestätigt *Bödige* die Anregung und Förderung, die den Schülern aus solchen Übungen erwächst.

Bemerkenswert ist noch, dafs nur von zweien der Anstalten (Hamburg O.R. und Halle O.R.) angegeben ist, dafs die auf solche Übungen verwendete Zeit den Lehrern auf ihre Pflichtstundenzahl angerechnet worden ist. —

Im Interesse der Sache bittet die Redaktion um weitere Mitteilungen.

Himmelserscheinungen im August und September 1898.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

	August						September						
Monatstag	3	8	13	18	23	28	2	7	12	17	22	27	
Heliocentrische Längen.	239°	252	266	280	295	312	330	351	15	43	74	106	☿
	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	325	♀
	311	316	321	325	330	335	340	345	350	355	359	4	♁
	33	36	38	41	44	47	50	52	55	58	61	63	♂
	195	196	196	196	197	197	197	198	198	199	199	199	♃
	251	251	251	251	252	252	252	252	252	252	252	253	♄
Aufst. Knoten.	286	286	286	286	285	285	285	285	284	284	284	284	☾
Mittl. Länge.	324	30	96	162	228	293	359	65	131	197	263	329	☾
Geocentrische Rektascensionen.	330	33	97	157	218	295	3	67	131	189	260	332	☾
	159	164	168	170	170	169	166	162	159	160	163	170	☿
	173	178	183	188	193	198	203	208	213	218	222	227	♀
	134	138	143	148	152	157	161	166	171	175	179	184	☉
	69	72	76	79	83	86	90	93	96	99	102	105	♂
	186	187	188	189	190	190	191	192	193	194	195	196	♃
	244	244	244	244	244	244	245	245	245	245	246	246	♄
Geocentrische Deklinationen.	− 9	+ 18	+ 24	+ 5	− 20	− 21	+ 7	+ 25	+ 16	− 9	− 25	− 7	☾
	+ 8	+ 5	+ 3	+ 1	− 0	− 0	+ 2	+ 4	+ 7	+ 8	+ 8	+ 6	☿
	+ 4	+ 1	− 1	− 4	− 6	− 9	− 11	− 14	− 16	− 18	− 20	− 21	♀
	+ 17	+ 16	+ 15	+ 13	+ 11	+ 10	+ 8	+ 6	+ 4	+ 2	+ 0	− 2	☉
	+ 22	+ 22	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	+ 24	+ 24	+ 23	+ 23	+ 23	♂
	− 1	− 2	− 2	− 3	− 3	− 3	− 4	− 4	− 4	− 5	− 5	− 6	♃
	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	− 20	♄
Aufgang.	16^{h}26^m	16.34	16.42	16.51	16.59	17.7	17.16	17.24	17.32	17.41	17.49	17.58	☉
	8^{h}4^m	9.31	13.15	19.13	0.24	5.22	6.56	9.13	14.31	20.49	1.53	4.29	☾
Untergang.	7^{h}46^m	7.37	7.27	7.17	7.6	6.55	6.44	6.32	6.21	6.9	5.57	5.45	☉
	19^{h}29^m	0.47	5.81	7.12	8.41	14.1	21.6	1.54	4.47	6.3	9.4	15.57	☾
Zeitgleichg.	+ 5^m 57^s	+ 5.25	+ 4.39	+ 3.40	+ 2.27	+ 1.4	− 0.28	− 2.7	− 3.50	− 5.36	− 7.21	− 9.4	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

August	1	17^h	29^m	Vollmond
	8	19	13	Letztes Viertel
	12	18		Mond in Erdferne
	16	23	35	Neumond
	24	9	32	Erstes Viertel
	28	14		Mond in Erdnähe
	31	1	51	Vollmond
September	7	11^h	51^m	Letztes Viertel
	9	10		Mond in Erdferne
	15	13	10	Neumond
	22	15	39	Erstes Viertel
	24	19		Mond in Erdnähe
	29	12	11	Vollmond

		☿	♀	♂	♃	♄
Aufgang der Planeten.	Aug. 16	19^h 26^m	20.56	11.16	21.3	2.23
	Sept. 15	16. 12	22.15	10.32	19.39	0.31
Untergang der Planeten.	Aug. 16	7. 48	8.34	3.50	8.45	10.49
	Sept. 15	5. 44	7.15	3.18	6.57	8.53

Constellationen. August 8 16^h ☿ in gröſster östlicher Ausweichung; 9 5^h ☿ im Aphel; 9 14^h ♄ stationär; 11 6^h ♂ ☌ ☾; 19 3^h ☿ ☌ ☾; 20 18^h ♃ ☌ ☾; 20 21^h ♀ ☌ ☾; 24 18^h ♄ ☌ ☾; 28 20^h ♄ □ ☉. — September 5 6^h ☿ untere ☌ ☉; 9 2^h ♂ ☌ ☾, Bedeckung; 14 10^h ☿ ☌ ☾; 17 6^h ♀ im Aphel; 17 10^h ♃ ☌ ☾; 19 8^h ♀ ☌ ☾; 21 2^h ♄ ☌ ☾; 21 4^h ☿ in gröſster westlicher Ausweichung; 21 6^h ♀ in gröſster östlicher Ausweichung; 22 5^h ☿ im Perihel; 22 14^h ☉ im Zeichen der Wage, Herbst-Nachtgleiche.

Jupitermonde. Wegen zu groſser Nähe der Sonne ist das Jupiter-System nicht zu beobachten.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Aug. 3 9^h, 17 17^h, 20 14^h, 23 11^h, 26 8^h; Sept. 9 16^h, 12 12^h, 15 9^h, 18 6^h, 29 17^h. Mit dem Erlöschen der Mitternachts-Dämmerung, für Berlin am 26. Juli, sind auch für die übrigen Veränderlichen die Bedingungen günstiger geworden. In den späteren Stunden kommt *Mira Ceti* im Osten herauf.

Sternschnuppen und **Zodiakallicht.** Die Perseiden sind gut zu beobachten. Betreffs systematischen Aufzeichnens setze man sich mit der Königlichen Sternwarte zu Berlin in Verbindung. Das Zodiakallicht ist an den mondfreien Morgen im August gegen 15½, im September gegen 16^h am Osthimmel aufzufinden.

J. Plaſsmann, Warendorf.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. **Fünftes Heft.** September 1898.

Die Emissionstheorie der Kathodenstrahlen.

(Vortrag, gehalten in dem naturwissenschaftlichen Ferienkursus zu Berlin, Ostern 1898.)

Von
W. Kaufmann in Berlin.

1. Seit der Entdeckung der X-Strahlen durch C. W. Röntgen hat sich das Interesse der Physiker auch wieder in erhöhtem Maſse derjenigen Erscheinung zugewandt, welche den Ausgangspunkt der Röntgenschen Entdeckung bildet, nämlich den „Kathodenstrahlen“.

Die erste sichere Beobachtung der nach dem Vorschlage von E. Goldstein jetzt allgemein als Kathodenstrahlen bezeichneten Erscheinung rührt von W. Hittorf her (*Pogg. Ann.* **136**, *198; 1869*). Er beschreibt die bei hohen Verdünnungen auftretende Phosphorescenz der Glaswände, unterscheidet jedoch noch nicht zwischen negativem Glimmlicht und Kathodenstrahlen. Besonders eingehend wurden dann in den nächsten Jahren die Eigenschaften der Kathodenstrahlen von E. Goldstein untersucht.

2. Schon um diese Zeit, als noch die Einzelerscheinungen durchaus ungenügend durchforscht waren, versuchten verschiedene Physiker eine theoretische Erklärung der Eigenschaften der Kathodenstrahlen resp. der Gasentladungen überhaupt zu geben. Von den damals aufgestellten Theorien ist eine, die zuerst von Crookes (*Phil. Mag.* **1**, *135; 1879*) aufgestellte Emmissionshypothese, wenn auch in etwas modifizierter Form, neuerdings fast allgemein als richtig anerkannt worden.

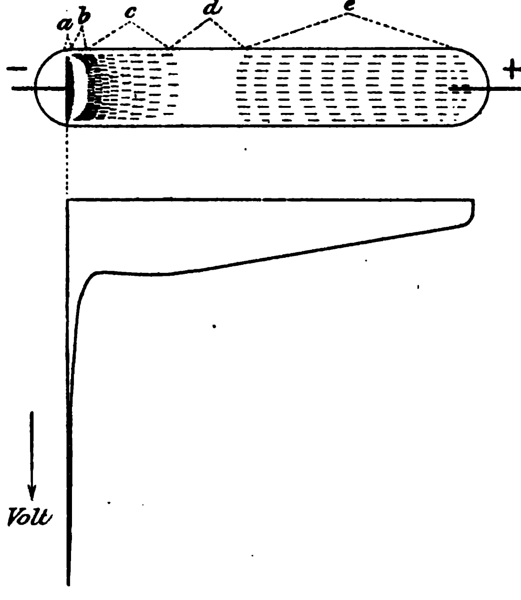


Fig. 1.

Wir wollen, bevor wir uns mit den Einzelheiten der Theorie näher befassen, zunächst die Vorgänge in einem Entladungsrohr betrachten, in welchem das zur Erzeugung der Kathodenstrahlen nötige Vakuum noch nicht erreicht ist.

Sie sehen hier (Fig. 1) ein cylindrisches Rohr, dessen eine aus einem Aluminiumdraht bestehende Elektrode zur Erde abgeleitet ist, während die andere plattenförmige mit dem negativen Pol einer 20 plattigen Influenzmaschine[1]) verbunden werden kann, deren +Pol ebenfalls zur Erde abgeleitet ist. Wenn ich den Strom schlieſse, so sehen Sie die Röhre hell aufleuchten; gleichzeitig werden Sie be-

[1]) Die im folgenden beschriebenen Versuche lassen sich in kleinerem Maſsstabe auch mit einer einfachen Influenzmaschine resp. einem kleinen Inductorium ausführen.

merken, daſs das Licht keineswegs homogen ist, sondern aus mehreren deutlich unterscheidbaren Schichten besteht. Von der Kathode ausgehend haben wir zuerst eine dünne gelbliche Lichthaut (*a*), dann einen schmalen dunklen Raum (*b*), dann einen hellblauen Teil (*c*), der nach der Kathode zu scharf begrenzt, nach der anderen Seite verwaschen ist, sodann einen gröſseren dunklen Zwischenraum (*d*) und endlich im übrigen Teil der Röhre das rötliche sogenannte positive Licht (*e*).

Dieser äuſserlich sichtbaren Verschiedenheit der einzelnen Teile der Entladungsbahn entspricht auch ein verschiedenartiges elektrisches Verhalten. Während nämlich bei einem metallischen oder flüssigen Leiter von ähnlicher Gestalt das Potentialgefälle längs der ganzen Strombahn constant ist, ist dies hier nicht der Fall; der Potentialverlauf läſst sich vielmehr, wie besonders aus neueren Versuchen von P. Graham (*Inaug. Diss. Berlin 1898*) hervorgeht, etwa durch die im unteren Teile von Fig. 1 gezeichnete Kurve darstellen. Dem Maximum des Potentialgefälles an der Kathode entspricht auch ein Maximum der elektrischen Arbeit; da diese sich in Wärme verwandelt, so läſst sie sich durch ein an die Röhre angelegtes Thermoelement leicht nachweisen. Ich habe ein solches mit dem Vorlesungsgalvanometer verbunden und halte es in die Nähe der Kathode; es bringt dort einen deutlichen Ausschlag hervor; ich halte es an andere Stellen der Röhre, der Ausschlag ist fast Null.

3. Wir sehen also, daſs bei weitem der gröſste Teil der elektrischen Energie an der Kathode verbraucht wird. Dies ist noch viel mehr der Fall, wenn der Druck durch Auspumpen des Gases in der Röhre noch weiter erniedrigt wird; es conzentriert sich dann das ganze Potentialgefälle auf die nächste Umgebung der Kathode. Gleichwohl findet man, daſs bei einer solchen stark evakuierten Röhre an der Kathode auffällig wenig Wärme entwickelt wird; da die elektrische Energie aber nicht vernichtet werden kann, so müssen wir den Schluſs ziehen, daſs sie sich, statt in Wärme, in irgend eine andere Energieform verwandelt hat.

Wir wollen diese Thatsache an einer anderen Röhre etwas näher untersuchen. Diese Röhre hier (Fig. 2) ist rechtwinklig umgebogen und besitzt zwei plattenförmige Elektroden. Dieselbe zeigt ähnliche Erscheinungen wie die vorige, nur ist infolge des geringeren Gasdruckes der dunkle Raum an der Kathode (*b* in Fig. 1) etwas länger. Ich setze jetzt die Röhre mit der Pumpe in Verbindung und Sie können sehen, wie mit zunehmender Verdünnung der dunkle Raum noch weiter wächst, wie ferner das Licht in der Röhre schwächer wird, und wie endlich eine neue Erscheinung sich bemerkbar macht, nämlich eine hellgrüne Fluorescenz des der Kathode gegenüberliegenden Teils der Röhrenwand (*a* in Fig. 2). Wenn ich jetzt mit dem bereits oben benutzten Thermoelement den Zustand der Röhre untersuche, so finde ich in der Nähe der Elektroden fast gar keine Wärme (trotz des auf anderem Wege nachweisbaren groſsen Potentialgefälles an der Kathode), dagegen eine intensive Wärmeentwicklung bei (*a*). Wenn ich der Röhre einen Magneten nähere, so sehen Sie, daſs der hellgrüne Fleck von (*a*) wegwandert nach (*b*), gleichzeitig sehen Sie, daſs der Ausschlag des Galvanometers langsam zurückgeht, daſs also jetzt die Wärmeentwicklung bei (*a*) aufhört und die Glaswand sich langsam abkühlt. Durch Anlegen des Thermoelements bei (*b*)

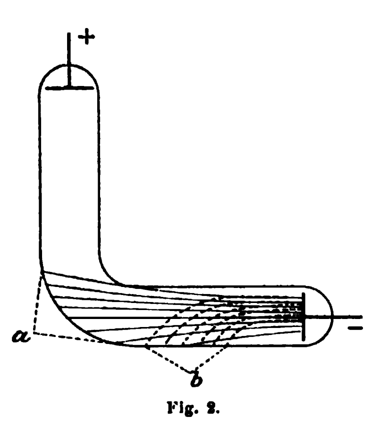


Fig. 2.

läfst sich leicht zeigen, dafs jetzt dort die Wärmeentwicklung stattfindet. Wir finden also, dafs sich die elektrische Energie nicht mehr direkt in Wärme verwandelt, sondern in eine andere Energieart, welche von ihrem Erzeugungsort (der Umgebung der Kathode) sich fortbewegt und an irgend einer anderen Stelle sich in Wärme verwandeln kann.

Diese Energieform, von der wir soeben zwei Wirkungen, nämlich 1. die Fluorescenz, 2. die Erwärmung der Rohrwände, und eine Eigenschaft, nämlich ihre Beeinflussung durch den Magneten, kennen gelernt haben, bezeichnet man nach einem Vorschlage von E. Goldstein als Kathodenstrahlen.

4. Wir müssen nun erst einige weitere Eigenschaften derselben untersuchen, um die Bezeichnung der Erscheinung als „Strahlen" zu rechtfertigen. Schon bei der eben gezeigten Röhre können Sie sehen, dafs die Fluorescenz an dem Knick der Röhre aufhört und dafs sich an der äufseren Seite der Biegung eine scharfe Grenze zwischen leuchtendem und nichtleuchtendem Glase herstellt; die Erscheinung sieht genau so aus, als würde die Röhre von einer an Stelle der Kathode befindlichen Lichtquelle erleuchtet.

Noch deutlicher tritt diese Analogie bei einer anderen Röhre hervor (Fig. 3), bei welcher Sie deutlich auf der Vorderwand der Glaskugel ein dunkles Kreuz auf hellem Grunde erkennen können; das Kreuz ist weiter nichts als der Schatten der beiden Drähte (*a*) und (*b*) welche augenblicklich beide als Anode dienen. Aus der Schärfe der Schattenränder geht jedoch hervor, dafs die Emission der Strahlen nicht wie bei einer Lichtquelle von jedem Punkte der leuchtenden Fläche nach allen Seiten erfolgt, sondern dafs jedes Oberflächenelement der Kathode nur nach einer ganz bestimmten Richtung emittiert, und zwar, wie sich bei näherer Untersuchung ergiebt, nahezu senkrecht zur Oberfläche.

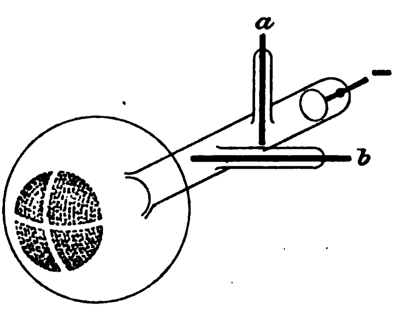


Fig. 3.

5. Wir können an der eben beschriebenen Röhre die schon erwähnte Eigenschaft der Kathodenstrahlen, durch den Magneten abgelenkt zu werden, etwas näher untersuchen. Ich befestige zu diesem Zwecke eine vertikale Papierskala auf der Vorderwand und lege einen Magnetstab so unter die Röhre, dafs der Schatten des wagerechten Drahtes (*b*) nach oben abgelenkt wird. Ferner ist mit der Kathode ein Braunsches Elektrometer verbunden. Das Elektrometer zeigt anfangs 5000 Volt (Regulierung mittels der Luftpumpe) und die Ablenkung, die ich durch Änderung der Entfernung des Magneten regulieren kann, beträgt 4 Skalenteile. Wenn ich jetzt den Hahn zur Luftpumpe öffne und dadurch den Gasdruck vermindere, so kann ich leicht ein Ansteigen des Potentials bis zu 10000 Volt bewirken; gleichzeitig können Sie beobachten, wie die magnetische Ablenkung abnimmt und zwar bis auf etwa 2,8 Skalenteile. Dividieren wir die Ablenkungen durch einander, so erhalten wir als Quotienten die Zahl $1{,}4 = \sqrt{2}$, während das Verhältnis der Potentiale $1/2$ beträgt. Es ist also die magnetische Ablenkbarkeit der Wurzel des Entladungspotentials umgekehrt proportional.

Dafs wirklich das Entladungspotential allein die Ablenkbarkeit bestimmt, und dafs die übrigen Versuchsumstände, wie Gasdruck, Stromstärke, Natur des Gases und der Elektroden, Form der Röhre etc. nur indirekt wirken, indem sie das Entladungspotential verändern, ist vom Vortragenden in einer vor etwa einem Jahre erschienenen Abhandlung ausführlich auseinandergesetzt worden (*Wied. Ann.* **61**, *544; 1897*).

Wir wollen nunmehr die Richtung und den Sinn der magnetischen Ablenkung betrachten. Der Magnet liegt unter der Röhre (*R* in Fig. 4) mit dem Nordpol (*N*) nach rechts, die Kraftlinien durchsetzen also die Röhre von rechts nach links, und die Ablenkung der von hinten nach vorn sich bewegenden Kathodenstrahlen geschieht nach oben. Vergleichen wir diese Ablenkung mit derjenigen, welche ein in einem Ampèreschen Gestell beweglich aufgehängter Stromleiter durch einen Magneten erfährt, so sehen wir, dafs die Ablenkung der Kathodenstrahlen analog ist der eines an ihrer Stelle befindlichen beweglichen Stromleiters, in dem der Strom nach der Kathode hinfliefst. (Demonstration am Ampèreschen Gestell.)

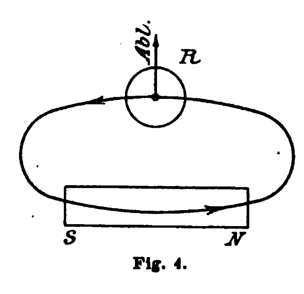


Fig. 4.

Diese Thatsache versuchte Crookes mittels folgender Hypothese zu erklären:

6. „Die Kathodenstrahlen bestehen aus Gasmolekülen, die sich an der Kathode negativ laden und dann von ihr elektrostatisch abgestofsen werden.“ Einem Magneten gegenüber mufs sich ein derartiges mit grofser Geschwindigkeit fortgeschleudertes Teilchen wie ein Strom verhalten, der seiner Bewegungsrichtung entgegengesetzt fliefst.

Diese Hypothese ist jetzt fast allgemein als richtig angenommen, jedoch in etwas veränderter Form. Aus dem oben nachgewiesenen Gesetz, dafs die magnetische Ablenkbarkeit der Wurzel aus dem Entladungspotential umgekehrt proportional sei, läfst sich nämlich mathematisch folgern, dafs das Verhältnis zwischen Ladung (e) und Masse (m) eines Teilchens eine Constante sein mufs, während bei einer Ladung durch Contakt an der Kathode, wie sie Crookes annahm, e/m dem Potential der Kathode proportional sein müfste. Auch die von A. Schuster (*Proc. Roy. Soc.* **37**, *332; 1884; Wied. Ann.* **24**, *74; 1885*) zuerst gemachte Annahme, dafs die Teilchen elektrolytische „Ionen“ seien, ist unhaltbar wegen des aufserordentlich grofsen Wertes von e/m; derselbe beträgt nach den Messungen des Vortragenden 1,5 bis 2×10^7 C.G.S.-E. pro Gramm (für ein Wasserstoffion ist e/m bloss etwa 10^4).

7. Wollen wir also an der Emissionshypothese festhalten, so müssen wir derselben die Form geben, dafs wir die Kathodenstrahlen als mit einer bestimmten unveränderlichen Elektrizitätsmenge beladene träge Teilchen ansehen, die im übrigen weder mit den Gasmolekülen noch mit elektrolytischen Ionen identisch sind. (In dieser Form ist die Hypothese zuerst von E. Wiechert [1897] aufgestellt worden.)

Die magnetische Ablenkbarkeit allein ist jedenfalls nicht ausreichend, um uns zur Aufstellung einer so complizierten Hypothese zu berechtigen. Wir müssen deshalb untersuchen, ob auch die sonstigen Eigenschaften der Kathodenstrahlen durch unsere Hypothese genügend erklärt werden.

8. Beginnen wir mit der bereits oben erwähnten Thatsache, dafs die Kathodenstrahlen nahezu senkrecht zur Oberfläche der Kathode emittiert werden. Wie wir im Beginn unserer Betrachtungen gesehen haben, wird fast die ganze elektrische Arbeit in der Nähe der Kathode geleistet. Nach der Emissionstheorie wird dieselbe verwandt, um die geladenen Teilchen zu beschleunigen. Nun müssen, da die Kathode selbst notwendigerweise eine Potentialniveaufläche darstellt, die Kraftlinien in ihrer unmittelbaren Nähe senkrecht zu ihrer Oberfläche verlaufen, die Teilchen also auch senkrecht zur Kathodenfläche fortgeschleudert werden. Da die Teilchen den bei weitem gröfsten Teil ihrer Geschwindigkeit bereits dicht an der Kathode erhalten, so kann eine etwaige Krümmung der Kraftlinien in gröfserer Entfernung von der Kathode keine

bedeutende Richtungsänderung mehr hervorbringen; thatsächlich bemerkt man bei Benutzung ebener Kathoden eine geringe Divergenz der Strahlen in gröfserer Entfernung von der Kathode, sodafs die Schatten auf der Glaswand stets gröfser sind als die schattenwerfenden Objekte.

9. Eine weitere Eigenschaft der Kathodenstrahlen, die wir auf ihr Verhältnis zu unserer Hypothese prüfen wollen, ist die von E. GOLDSTEIN (*Berliner Akad. Ber. 1876*) entdeckte „Deflexion", vom Entdecker als „eine neue Art elektrischer Abstossung" bezeichnet.

Die Erscheinung läfst sich an der vorhin gebrauchten Röhre ebenfalls beobachten (Fig. 3). Die Elektrode (*a*) diene nach wie vor als Anode, die Elektrode (*b*) wollen wir mit dem negativen Pole einer kleinen Hülfselektrisiermaschine verbinden; wenn ich dieselbe in Gang setze, so bemerken Sie eine deutliche Verbreiterung des Schattens von (*b*), je stärker ich drehe, desto breiter wird der Schatten. Verbinde ich den Draht mit dem positiven Pole, so ist keinerlei Wirkung vorhanden. Vom Standpunkt der Emissionstheorie ist die Erscheinung leicht zu erklären: In der Nähe jeder negativen Elektrode herrscht, wie wir gesehen haben, ein sehr starkes Potentialgefälle, also auch eine sehr starke elektrische Kraft; ein negativ geladenes Teilchen mufs dort also eine Ablenkung in der Richtung dieser Kraft erfahren. Denken wir uns einen Durchschnitt durch unseren deflektierenden Draht gemacht (*d* in Fig. 5), so wirkt die ablenkende Kraft in der Richtung seiner Radien nach aufsen und ein Kathodenstrahl wird an demselben so abgelenkt werden, dafs er die in der Figur dargestellte krummlinige Bahn einschlägt. Es erhält deshalb der Schatten des Drahtes, der ursprünglich die Breite (*a*) hatte, durch die Deflexion die Breite (*b*). Dafs an einem positiv geladenen Drahte keine entsprechende Anziehung stattfindet, liegt daran, dafs wir dort kein merkliches Potentialgefälle, also auch keine elektrische Kraft haben.

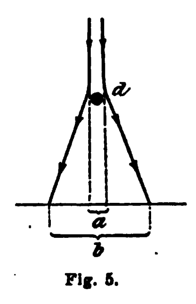
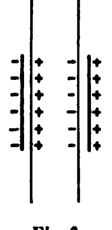


Fig. 5.

Dafs auch quantitativ die Deflexion sich als eine elektrostatische Abstofsung darstellen läfst, ist vom Vortragenden gemeinschaftlich mit Hrn. E. ASCHKINASS (*Wied. Ann.* **62**, *588; 1897*) kürzlich nachgewiesen worden. Es ergab sich in Übereinstimmung mit der Theorie, dafs die Ablenkung der Intensität des ablenkenden Feldes direkt, der Potentialdifferenz der Elektroden umgekehrt proportional ist; aufserdem stimmte der absolute Betrag der Ablenkung sehr nahe mit dem aus der Theorie berechneten überein.

(Es folgt an dieser Stelle im Vortrage noch eine Beschreibung des zu den Deflexionsversuchen benutzten Apparates.)

10. Scheinbar im Widerspruch mit der Emissionshypothese steht nun aber die Thatsache, dafs es unmöglich ist, durch von aufsen genäherte elektrisch geladene Körper eine Ablenkung der Kathodenstrahlen hervorzubringen. Die Erklärung hierfür ist jedoch bereits durch H. HERTZ (*Wied. Ann.* **19**, *782*; *1883*) und A. SCHUSTER (l. c.) gegeben worden: Ein von elektrischen Entladungen durchsetztes Gas ist ein relativ guter Leiter, es ist deshalb nicht möglich, ein statisches Potentialgefälle in ihm hervorzubringen. Wenn ich mir z. B. eine evakuierte und stromdurchflossene Röhre zwischen zwei geladene Condensatorplatten gebracht denke (Fig. 6), so entsteht in dem Gase zwar im ersten Moment ein Potentialgefälle; dieses giebt jedoch sogleich Veranlassung zu einem Strome, der so lange anhält, bis die entstehenden entgegengesetzten Ladungen der Glaswand die äufsere Kraft gerade aufheben. Bringe ich andererseits die Platten im Innern der Röhre an, so entsteht ein dauernder Strom


Fig. 6.

und ein Potentialgefälle nur in der Nähe der Kathode; wir haben dann wieder die oben besprochene Deflexionserscheinung.

11. Es ist jedoch neuerdings J. J. Thomson (*Phil. Mag.* **44**, *293; 1897*) gelungen, doch eine elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen zu erhalten. Er fand nämlich, dafs die durch den Strom hervorgerufene Leitfähigkeit bei sehr hohen Vakuis verschwindet. Es ist deshalb bei Anwendung grofser Verdünnungen (und sehr geringer Intensität der Strahlen) möglich, ein elektrostatisches Feld in der Röhre zu erzeugen. Ich will versuchen, Ihnen die Erscheinung zu demonstrieren. Die hier befindliche Röhre (Fig. 7) ist so weit ausgepumpt, dafs der Strom eher durch eine 2 cm lange Luftfunkenstrecke übergeht, als durch die Röhre. Sie sehen auf dem mit Leuchtfarbe bestrichenen Glimmerschirm (*S*) einen blau leuchtenden Streifen, das Abbild eines in der Anode (*A*) befindlichen Spaltes. Die Kathodenstrahlen passieren den Raum zwischen den beiden Patten (*P*) und (*N*), die mit einer kleinen Elektrisiermaschine verbunden sind; wenn ich dieselbe drehe, so werden die Strahlen abgelenkt und zwar in dem Sinne, dafs sie von der — Platte abgestofsen, von der + Platte angezogen werden. Dafs die Erscheinung keine Deflexion ist, sehen Sie schon daraus, dafs ich mit der kleinen Elektrisiermaschine überhaupt keine Entladung hervorrufen kann.

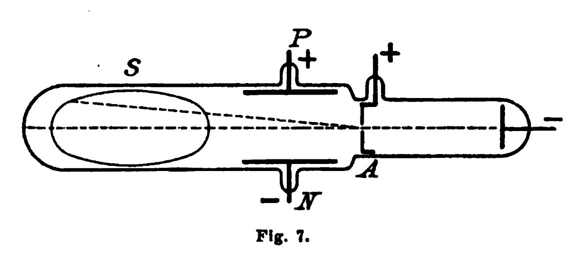


Fig. 7.

12. Eine merkwürdige und noch wenig aufgeklärte Eigenschaft der Kathodenstrahlen ist ihre von H. Hertz und besonders von Ph. Lenard (*Wied. Ann.* **51**, *225; 1894.* **52**, *23; 1894.* **56**, *255; 1895*) untersuchte Fähigkeit, dünne Metallhäutchen zu durchdringen, und sich nach dem Passieren eines aus einem solchen Häutchen gebildeten Fensters sowohl in Luft von atmosphärischem Druck als auch im äufsersten Vakuum fortzupflanzen, d. h. in einem Medium, in welchem sie bis jetzt auf keine Weise erzeugt werden können. Ohne uns hier mit dem Mechanismus des Hindurchfliegens durch ein solches Fenster näher zu befassen, wollen wir nur betrachten, ob die Kathodenstrahlen auch aufserhalb des Fensters ihre elektrischen und magnetischen Eigenschaften noch behalten haben. Dafs die magnetische Ablenkbarkeit unverändert bleibt, hat bereits Lenard selbst gezeigt. Die elektrostatische Ablenkbarkeit ist neuerdings von W. Wien (*Verh. phys. Ges.* **16**, *165; 1897*) nachgewiesen worden. Endlich hat Th. des Coudres (*Verh. phys. Ges.* **17**, *17 u. 60; 1898*) gezeigt, dafs man den aus dem Fenster tretenden Strahlen auch elektrostatische Beschleunigungen in ihrer Bewegungsrichtung erteilen kann. Ich möchte Ihnen den Versuch hier demonstrieren. Die nach Angabe des Hrn. des Coudres gebaute Röhre (Fig. 8) besteht aus Hartgummi und besitzt eine Metallkappe (*k*), auf welcher das etwa 0,003 mm dicke Aluminiumfensterchen (*f*) von 2 mm Durchmesser aufgekittet ist. Zum Betriebe der Röhre dient ein kleiner Teslatransformator. Die aus dem Fenster tretenden Strahlen fallen auf ein mit Baryumplatincyanür bestrichenes Glimmerblatt, welches dadurch hellgrün aufleuchtet. Die Strahlen müssen jedoch, bevor sie den Schirm treffen, eine dünne Aluminiumfolie durchdringen, die mit Hülfe einer kleinen Elektrisiermaschine positiv oder negativ geladen werden kann. Ist die Ladung positiv, so wirkt dieselbe beschleunigend auf die Kathodenstrahlen, sodafs dieselben den Schirm mit gröfserer Energie treffen, als wenn der Schirm negativ ist, wo-

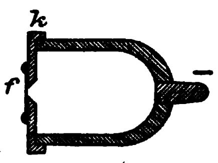


Fig. 8.

durch ja die Strahlen verlangsamt werden müssen. Sie sehen dementsprechend, je nachdem der Schirm + oder — geladen ist, ein Heller- resp. Dunklerwerden des Schirmes.

13. Ganz entsprechende Versuche sind neuerdings vom Vortragenden (*Wied. Ann. 65, 431; 1898*) an den Strahlen im Inneren des Entladungsrohres angestellt worden, u. zw. wurde die Beschleunigung resp. Verzögerung durch die Änderung der magnetischen Ablenkbarkeit nachgewiesen, wobei sich auch in quantitativer Hinsicht eine gute Übereinstimmung mit der Theorie ergab.

14. Aus dem oben (§ 6) angegebenen Werte von e/m und dem Entladungspotentiale läfst sich die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen berechnen; sie ergiebt sich für ein Entladungspotential von etwa 10000 Volt etwa gleich 1/5 der Lichtgeschwindigkeit. Neuere Versuche von E. Wiechert (die Versuche sind noch nicht ausführlich veröffentlicht) haben thatsächlich einen von dem obigen nur wenig abweichenden Wert ergeben.

15. Nachdem wir so wie ich glaube zur Genüge nachgewiesen haben, dafs die Bewegung der Kathodenstrahlen ganz analog derjenigen geladener Teilchen vor sich geht, bleibt noch der Nachweis zu führen übrig, dafs thatsächlich negative Elektrizität längs der Bahn der Strahlen mitgeführt wird. Wir brauchen zu diesem Zwecke nur die Kathodenstrahlen auf eine Metallplatte (*p* in Fig. 9) fallen zu lassen, die wir durch das Vorlesungsgalvanometer zur Erde ableiten; die aus einem Drahtnetz bestehende Anode (*a*) ist ebenfalls mit der Erde verbunden. Wenn die Platte von den Kathodenstrahlen getroffen wird, so zeigt das Galvanometer einen deutlichen Ausschlag, und zwar, wie sich leicht nachweisen läfst, im richtigen Sinne; lenke ich die Kathodenstrahlen durch einen Magneten ab, so verschwindet der Ausschlag.

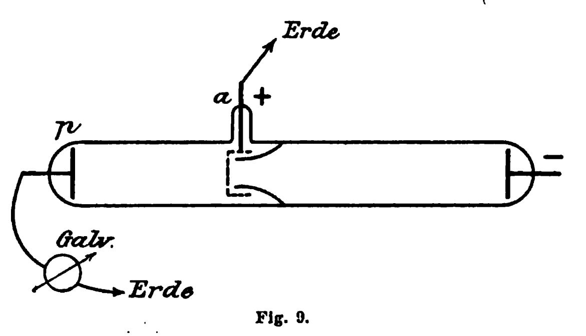


Fig. 9.

Auch die durch ein Lenardsches Fenster getretenen Strahlen führen noch Ladungen mit sich, wie durch W. Wien (l. c.) nachgewiesen worden ist.

16. Wir können also unsere Ausführungen in den Schlufs zusammenfassen, dafs **sämtliche bisher bekannten Eigenschaften der Kathodenstrahlen in guter Übereinstimmung mit der Annahme stehen, die Kathodenstrahlen seien negativ geladene träge Teilchen**, die jedoch nicht identisch sind mit den sonst angenommenen Molekeln oder Ionen, sondern eine besondere Art von Materie darstellen. Die weiteren Eigenschaften derselben aufzudecken, müssen wir der Zukunft überlassen.

Beiträge zur Funkentelegraphie und zur Wirkungsweise des Cohärers.

Von
Adolf Zillich zu Brünn.

Es wurde bis jetzt der Umstand nicht genügend hervorgehoben, dafs die Funkentelegraphie mit den einfachsten Hilfsmitteln, wie sie ja den einzelnen Mittelschulen nur zur Verfügung stehen, wenigstens auf kürzere Entfernung, wie z. B. aus einem Zimmer durch Wände hindurch in ein anderes, was ja wohl zu Experimentierzwecken vollständig genügt, ausgeführt werden kann, sodafs gewifs viele Fachgenossen sich

nur durch die irrtümliche Ansicht, dafs derlei Experimente nur mit grofsen Kosten und viel Zeitaufwand ausführbar seien, von der Anstellung solcher Versuche abhalten lassen.

Zur Ausführung der Versuche für kleinere Entfernungen genügen folgende Apparate: 1. eine Stromquelle für hochgespannte Ströme, 2. die Frittröhre oder der Cohärer, 3. eine möglichst leicht angehende gewöhnliche elektrische Klingel, 4. zwei bis vier galvanische Elemente.

Was die Hochspannungsstromquelle betrifft, so ist es ein Irrtum zu glauben, dafs man nur einen gröfseren Funkeninduktor (von etwa 15 cm Funkenstrecke), dessen Anschaffungskosten verhältnismäfsig hoch sind, und dessen Inbetriebsetzung, wenn man auf den Strom aus galvanischen Elementen angewiesen ist, ziemlich umständlich und zeitraubend wird, verwenden kann. Es reicht hierzu eine mittelgrofse Influenzmaschine vollständig aus. Wiederholt von mir angestellte Versuche zeigten sogar, dafs ein von einem gröfseren Funkeninduktor direkt zwischen den Entladern durch die Luft gehender Funkenstrom von ungefähr 15 cm Funkenlänge bedeutend weniger Wellen aussendet, als der 3 bis 5 cm lange einer mit Leydenerflaschen verbundenen Influenzmaschine. Es scheint somit bei der Erzeugung von Wellen weniger auf sehr hohe Spannungen als auf den Ausgleich grofser Elektrizitätsmengen anzukommen. Infolgedessen reicht eine mittelgrofse, mit 2 bis 4 Leydenerflaschen verbundene Influenzmaschine für Versuche auf kleinere Entfernungen vollständig aus. Ich verwendete zu meinen Versuchen:

1. Eine Doppelinfluenzmaschine nach Wimshurst mit einem Scheibendurchmesser von 50 cm, deren Ständer (2 × 3 Stück) gleich zu Leydenerflaschen ausgebildet sind. Der Entladungsschlag zwischen den 6 bis 8 cm von einander entfernten Entladerkugeln reichte unter günstigen Umständen vollständig hin, einen in einem 2. und selbst in einem 3. Zimmer, welche durch volle Mauern (ohne Thüröffnung) von einander getrennt waren (die Luftstrecke betrug 14 bis 15 m, die Mauerstärke zusammen 1 m), befindlichen Cohärer zur Zeichengebung genügend stark anzuregen.

2. Eine kleinere Holtzsche Influenzmaschine mit einem Scheibendurchmesser von 40 cm, die mit 2 Leydenerflaschen verstärkt ist. Auch deren 5 bis 6 cm langer Entladungsfunke reichte hin, den Cohärer, der sich in einem 2. durch eine 0,6 m dicke Mauer ohne Thüröffnung getrennten Zimmer in einer Luftentfernung von etwa 6 m befand, anzuregen.

Der von mir verwendete Cohärer unterschied sich von dem schon früher gebrauchten nur dadurch, dafs durch die Mitte des 3 bis 4 cm langen, 1 cm weiten Messingrohres, durch Ebonit oder Kork isoliert, statt eines teueren Platindrahtes ein 3 bis 4 mm starker Messingdraht geführt wurde. Der Cohärer wurde etwa auf $^1/_3$ bis $^1/_2$ seines Raums mit Spänen unedlen Metalles gefüllt. Probeweise verwendete ich nicht besonders feine Eisen-, Nickel- und Aluminiumspäne; bei Verwendung der letzteren gelangen die Versuche am besten und die Späne nahmen durch den Gebrauch an Empfindlichkeit eher zu als ab. Der Cohärer wird mit dem etwa 10 bis 12 cm herausragenden Drahtende mittels einer Klemme an einem Ständer, einer Kastenecke, einem Thürfutter etc. in schräg nach aufwärts gerichteter Lage angebracht. Einer der Stromzuleitungsdrähte wird an dem als Halter dienenden Draht angelegt. Um Wellen, die an dem Cohärer nutzlos vorbeigehen, demselben auch zuzuführen, werden Fangdrähte benutzt, indem man in den Raum, in welchem der Cohärer steht, am besten wagerecht in einer Höhe von 2 bis 3 m einen Kupferdraht ausspannt, dessen eines Ende ohne besondere Isolierung an der Mauer oder einem

Kasten befestigt ist, während das andere mit der Metallröhre des Cohärers in Verbindung steht. Eine besonders gute metallische Verbindung ist hier nicht erforderlich; einfaches Anliegen genügt. Der mittlere Draht des Cohärers wird mittels einer möglichst kurzen Leitung mit dem nächsten Gas- oder Wasserleitungsrohr oder mit einer Blitzableiterleitung behufs Erdschlusses verbunden. Werden lange Fangleitungen verwendet (ich benutzte 6 bis 8 m lange), so hat die Stellung des Cohärers keinen besonderen Einflufs; ja man kann denselben unter Vermeidung elektrischer Kurzschlüsse mit einer Blechbüchse umgeben, ohne dafs er hierdurch am Ansprechen gehindert würde.

Es kann eine gewöhnliche elektrische Hausklingel benutzt werden, die aber so empfindlich ist, dafs sie mit einem mittelgrofsen Danielelement verläfslich anspricht. Da die käuflichen Klingeln nicht immer die genügende Empfindlichkeit haben, so kann man durch Abschleifen oder Abschmirgeln der betreffenden Blattfedern deren Empfindlichkeit bedeutend erhöhen.

Als Stromquelle eignen sich am besten Daniel-, Leclanché- und Trockenelemente. Erstere sind wohl etwas schwach, haben aber den grofsen Vorteil, dafs sie während langer Zeit einen vollkommen unveränderlichen Strom geben, und beim Experimentieren eintretende Kurzschlüsse ihnen nicht schaden. Letztere wirken im frischen Zustande wohl kräftiger, bei längerem Stromschlufs nimmt aber die Stromstärke ziemlich rasch ab, und Kurzschlüsse wirken, insbesondere bei Trockenelementen, sehr schädlich.

Der Versuch wird folgenderweise ausgeführt: Der Cohärer, 2 bis 3 Elemente und die Klingel werden hintereinandergeschaltet. Die Influenzmaschine wird so aufgestellt, dafs die Funkenstrecke ungefähr parallel zur Fangleitung zu stehen kommt. Bei kräftiger Entladung jedoch spricht der Cohärer auch bei jeder anderen Stellung der Maschine ziemlich sicher an. Bei Verwendung der Whimshurstschen Maschine, die mit ihrer Fangleitung in einer Entfernung von etwa 6 m in demselben Raume aufgestellt war, sprach der Cohärer schon an, bevor noch eine Funkenentladung zwischen den Entladerkugeln eintrat. Es mufste daher die an den Saugspitzen und Ausgleicherpinseln auftretende Büschelentladung Wellen erzeugen, die zum Anregen des Cohärers genügend stark waren.

Läfst man in der Nähe des Cohärers auf die Fangleitung oder auf dessen Messingrohr von einem geriebenen Glas- oder Harzstab oder von dem geladenen Teller eines Elektrophors schwache Funken überspringen, so mufs der Cohärer bei genügender Empfindlichkeit angeregt werden. In den meisten Fällen genügt schon eine Annäherung des geladenen Körpers an den Cohärer zu dessen Erregung und zum Ansprechen der Klingel. Ist der Cohärer angeregt und hat die Klingel angesprochen, so läutet sie selbstverständlich so lange, bis die Lagerung der Metallspäne durch eine leichte Erschütterung, wie z. B. Anschlagen mit einem Metall- oder Holzstäbchen, Anstofsen auf den Fufsboden, wieder aufgehoben wird. Es kann vorkommen, dafs trotz Erzeugung von Wellen die Glocke nicht anspricht. Dies kann auf zweierlei Ursachen beruhen: entweder war der Cohärer zu schwach angeregt oder die Glocke konnte mechanischer Bewegungshindernisse wegen nicht angehen. War letzteres der Fall, so genügt es oft, die Glocke leicht zu erschüttern oder den Anker mechanisch zum Schwingen zu bringen, um die Glocke zum andauernden Läuten zu veranlassen. Wurde der Cohärer nur sehr schwach oder gar nicht angeregt, so bleibt eine mechanische Erschütterung der Glocke erfolglos.

Befindet sich in der Sammlung ein genügend empfindliches Relais, so erreicht man durch Anwendung desselben eine bedeutend gröfsere Empfindlichkeit des Em-

pfängerapparates und man kann hierdurch selbst bei Anwendung der Influenzmaschine gröfsere Entfernungen überwinden. Die Schaltung wäre in diesem Falle folgenderweise zu treffen: ein bis zwei Elemente werden mit den Magnetspulen des Relais und mit dem Cohärer hintereinandergeschaltet, während die Glocke mit ebenfalls ein bis zwei Elementen über den Arbeitscontakt des Relais hintereinandergeschaltet werden. Es ist zu erwähnen, dafs für Glocke und Relais nicht 2 getrennte Batterieen erforderlich sind, sondern dafs der Relais-Cohärerstrom und der Läutestrom mit Vorteil ein und derselben Stromquelle entnommen werden können, da die durch das Läuten der Glocke bewirkten Stromschwankungen nur günstig auf das Ansprechen des zu ihr parallel geschalteten Cohärers einwirken, auf welchen Umstand ich später noch zu sprechen kommen werde.

Um das Verhalten des Cohärers näher zu untersuchen, wurden mittels eines Siemensschen Universalgalvanometers verschiedene Widerstandsmessungen an demselben ausgeführt, welche folgende nicht uninteressanten Ergebnisse lieferten: Der Widerstand des abgeklopften Cohärers war immer gröfser als 59000 Siemens-Einheiten. Da das Mefsbereich des Instrumentes nicht höher lag, so konnte der genaue Wert desselben nicht festgestellt werden. War der Stromkreis unterbrochen und wurden in demselben Raume in der Entfernung von etwa 6 m mittels der Whimshurstschen Influenzmaschine durch Überschlagen eines Funkens zwischen ihren Entladerkugeln Wellen erzeugt, so sank bei wiederholten Versuchen der Widerstand des Cohärers auf 30 bis 40 Siemens-Einheiten. War der Stromkreis nicht unterbrochen, jedoch die Glocke durch Festklemmen ihres Ankers am Läuten gehindert, so ergaben die Messungen für den Cohärer unter den gleichen Umständen etwas kleinere Widerstände und zwar lagen deren Werte zwischen 18 und 30 Siemens-Einheiten. Wurde der Cohärer angeregt, und die Glocke am Läuten nicht gehindert, oder liefs man nachträglich die Glocke läuten, so sank der Cohärerwiderstand bis auf 6 bis 8 Siemens-Einheiten.

Bei den Widerstandsmessungen zeigte sich schon, dafs die Stärke des verwendeten Mefsstromes von Einflufs auf den Cohärerwiderstand war (es kamen beim Messen 1, 2, 3 und 4 Trockenelemente zur Verwendung); insbesonders bewirkte das öftere Öffnen und Schliefsen des Stromkreises eine Erniedrigung des Widerstandes.

Gewöhnlich wird die hohe Empfindlichkeit des Cohärers dadurch nachgewiesen, dafs man ihn, der mit Batterie und Glocke hintereinandergeschaltet ist, sehr nahe an den Unterbrechungscontakt der Glocke bringt und letztere auf kurze Zeit dadurch zum Läuten veranlafst, dafs man letzteren mittels eines seine Klemmen verbindenden Drahtes kurzschliefst. Wird diese Verbindung aufgehoben, so läutet die Glocke weiter, wodurch bewiesen ist, dafs der Cohärer angeregt wurde. Diese Anregung des Cohärers wird häufig den durch den Unterbrechungsfunken erzeugten Wellen zugeschrieben. Nach meinen Untersuchungen haben die Wellen bei diesem Versuche entweder gar keinen oder nur einen sehr untergeordneten Einflufs auf die Anregung des Cohärers; denn es gelingt der Versuch ebensogut:

1. wenn der Cohärer sich viele Meter weit von der Glocke und von der Kurzschlufsstelle entfernt befindet;

2. wenn die Glocke ohne Stromunterbrechung während des Kurzschlusses am Läuten gehindert wird und erst nach dessen Aufhebung freigegeben wird, mithin an den Glockencontakten während des Kurzschlusses keine Wellen entstehen können;

3. wenn der 2. Versuch so angestellt wird, dafs der Kurzschlufs in einer nicht zu gut leitenden Flüssigkeit, wie z. B. gewöhnliches Wasser, herbeigeführt, also ein Entstehen von Funken und daher eine Wellenbildung absolut ausgeschlossen erscheint.

Es kann somit die Anregung in diesem Falle weder den durch die Luft, noch den durch die Drahtleitungen übergehenden Wellen zugeschrieben werden, sondern dieselbe erfolgt in diesem Falle durch den in den Glockenspulen auftretenden Selbstinduktionsstrom. Zum Beweise dieser Behauptung mögen folgende Beispiele dienen:

Schaltet man in den Cohärerstromkreis eine Spule des in den meisten Sammlungen befindlichen Faradayschen Spulenpaares, und erregt man in der 2. Spule durch Öffnen oder Schliefsen des von 1 oder 2 schwachen Elementen gelieferten Stromes Öffnungs- und Schliefsungsinduktionsströme, so wird der Cohärer mit ziemlich grofser Sicherheit angeregt und die Glocke ertönt, und zwar gelingt der Versuch fast mit der gleichen Sicherheit, gleichgiltig ob man durch die dünndrähtige oder dickdrähtige Spule den primären Strom sendet, vorausgesetzt, dafs der Widerstand der dünndrähtigen Spule nicht zu grofs ist und daher beim Einschalten in den Cohärerstromkreis den Strom zu stark schwächt und dadurch ein Ansprechen der Glocke unmöglich macht. Der Widerstand der verwendeten dünndrähtigen Spule betrug 11,5 Siemens-Einheiten.

Es wurden auch Versuche angestellt, ob der Cohärer auf Näherungs- oder Entfernungsströme ebensogut als wie auf Schliefsungs- und Öffnungsströme anspreche, und zwar war bei den folgenden Versuchen die dünndrähtige Spule in den Cohärerstromkreis eingeschaltet. Es wurde durch die dickdrähtige Spule ein Strom von einigen Ampère gesandt. Trotz wiederholten Ein- und Ausschiebens der primären Spule konnte ein zum Läuten genügend kräftiges Anregen des Cohärers nicht erreicht werden. Ebenso mifslang der Versuch, wenn in der im Cohärerstromkreis eingeschalteten dünndrähtigen Spule ein kräftiger Magnet hin- und herbewegt wurde.

Aus den angestellten Versuchen ergiebt sich somit, dafs Induktionsströme im allgemeinen auf den Cohärer anregend wirken, dafs aber die Wirkung eine um so gröfsere ist, je plötzlicher die Stromschwankungen (Öffnungs- und Schliefsungsstrom), erfolgen. Es erklärt sich somit auch, warum bei der Widerstandsmessung die Stärke des Mefsstromes und dessen wiederholtes Öffnen und Schliefsen von Einflufs ist.

Um noch kräftigere Wellen zu erzeugen, kann man einen Radiator (Wellenerzeuger) anwenden. Denselben stellt man einfach aus einem mit einem Korkstöpsel verschlossenen Einsiedeglas oder weithalsigen Pulverglas her, das mit einem schlechtleitenden Öle, am besten Paraffin- oder Vaselinöl oder Petroleum gefüllt wird und durch dessen Korkstöpsel 2 an beiden Enden mit 1 bis 2 cm grofsen Kugeln versehene Metallstäbchen, Messing- oder Kupferdrähte gegen die Mitte des Glases convergierend so gestellt werden, dafs die im Öl befindlichen Kugeln noch 1 bis 3 mm von einander entfernt sind. Die oberen Kugeln des Radiators werden den Entladerkugeln der Influenzmaschine auf $^1/_2$ bis höchstens 1 cm genähert. Bei der richtigen Entladung der Maschine treten 3 Funken auf; zwei zwischen je einer Entlader- und Radiatorkugel, der dritte wirkungsreichste zwischen den Kugeln im Öl. Durch den hohen Widerstand des Öles werden bei dieser Entladung sehr kräftige Wellen erzeugt. Zu bemerken wäre hier noch, dafs die Entfernung der beiden Kugeln im Öl nicht zu grofs sein darf, da sonst durch die grofse mechanische Erschütterung derselben eine Zertrümmerung des Glases mit Sicherheit erfolgt. Aufserdem wirkt ein Vergröfsern der Kugelentfernung im Öl auf die Wellenerzeugung eher ungünstig als wie günstig.

Lehrreich sind auch folgende Versuche mit dem aus einem Pulverglase in der beschriebenen Weise hergestellten Radiator. Im allgemeinen herrscht die Ansicht, dafs die Wellen vom Erzeugungsfunken aus sich nur senkrecht zu dessen Richtung

im Raume fortpflanzen. Bei meinen Versuchen, bei welchen die genannte Whimshurstsche Maschine als Stromquelle verwendet wurde, schlofs ich den gläsernen Radiator in eine Eisenblechbüchse so ein, dafs nur die oberen Kugeln hervorragten, und machte die überraschende Entdeckung, dafs ein durch 2 Zimmer und 2 Wände (etwa 15 m Luft- und 1 m Mauerstrecke) getrennt aufgestellter Cohärer samt Läutewerk und Batterie ebenso kräftig angeregt wurde, als wie durch den freistehenden Radiator. Es hatte auch keinen wesentlichen Einflufs, wenn man die Funkenbildung zwischen den Entladerkugeln der Maschine und den oberen Radiatorkugeln durch deren metallische Verbindung unmöglich machte, also eine Funkenentladung nur zwischen den im Öl befindlichen, vom Eisenblech vollständig umgebenen Radiatorkugeln stattfand. Nachdem bei kräftigen Entladungen das schwache Pulverglas wiederholt zertrümmert wurde, gofs ich das Öl direkt in die Blechbüchse und liefs durch deren metallischen Deckel die kugeltragenden Messingstäbe, mittels Kork und Glasröhren isoliert, gehen. Auch dieser Radiator wirkte für die oben angeführten Entfernungen sehr verläfslich. Nachdem die Möglichkeit einer so grofsen Wellendurchlässigkeit der Blechbüchse, wie sie zur Erregung des ziemlich weit entfernten Cohärers notwendig wäre, bei dem verhältnismäfsig dicken Eisenblech so ziemlich ausgeschlossen ist, so war ich zur Annahme genötigt, dafs bei der Influenzmaschine wohl die Funkenstrecke im Öl die Ursache der kräftigen Wellenerregung sei, dafs die Wellen aber nicht in dieser kurzen Strecke allein, sondern auch in allen Metallbestandteilen des Apparates auftreten und von diesen ebenfalls ausgesendet werden.

Um in diesem Punkte Klarheit zu erlangen, wurden die Versuche mit der ebenfalls schon erwähnten Holtzschen Influenzmaschine, sowie mit einem gröfseren Funkeninduktor gemacht. Bei ersterer machte die Anwendung eines gläsernen und eines Eisenblechradiators einen grofsen Unterschied. Die Wellenerregung war bei der Anwendung des letzteren sehr schwach. Bei Anwendung des Funkeninduktors war dieser Unterschied wohl bemerkbar, aber lange nicht so bedeutend. Dies steht im Einklang mit meiner Annahme, da sowohl die Holtzsche Influenzmaschine als auch der Funkeninduktor bedeutend weniger gestreckte Metallmassen haben als wie die Whimshurstsche Maschine. Es lag daher der Gedanke nahe, die Wirkung der verwendeten Stromerzeuger durch Anfügen von gestreckten Metallmassen (Stäben oder Drähten) zu verstärken. Bei der Influenzmaschine und dem Funkeninduktor wurden entweder einerseits oder beiderseits je ein Metallstab von etwa $1^1/_2$ m Länge parallel zur Funkenstrecke als äufsere Verlängerung der Entlader angelegt; zur Vermeidung von Erdschlüssen wurden die äufseren Enden durch Glas oder dergl. isoliert. Die Wirkung war eine aufserordentlich günstige. Es wurde z. B. unter Anwendung der Whimshurstschen Maschine, des eisernen Radiators und einer Verstärkungsstange der in einem anderen Flügel des Schulgebäudes im selben Stockwerke aufgestellte Cohärer, welcher mit einer wagerechten Fangleitung versehen war, wiederholt zum Läuten einer Klingel genügend angeregt. Die Wellen hatten bei dieser Anregung eine volle Hauptmauer ohne jede Öffnung von 75 cm Dicke, eine zweite gleichstarke Hauptmauer mit 4 Fenstern (beim Versuche stand 1 Fenster offen) und eine Luftstrecke von etwa 70 m zu überwinden.

Die Holtzsche Influenzmaschine konnte ohne Radiator nur bei Anwendung zweier gröfserer Leydenerflaschen genügende Wellen erzeugen, um einen mit Fangleitung versehenen Cohärer, der sich in einem zweiten, durch eine thürlose Zwischenmauer getrennten Zimmer befand, anzuregen. Bei Anwendung eines Verstärkungsstabes erfolgt unter denselben Umständen die Anregung ohne jede Leydenerflasche. Der

Stoff und die Dicke der Stäbe scheinen nur von sehr geringem Einfluſs zu sein. Beim Versuche fanden etwa 5 bis 7 mm starke Eisen- und Messingstäbe, sowie gewöhnliche kupferne Leitungsschnüre Anwendung. Wurde das von der Erde isolierte Ende eines Verstärkungsstabes mit einer ebenfalls isolierten Metallplatte von etwa 25 × 25 cm Fläche verbunden, so scheint hierdurch gleichfalls die Wirkung verstärkt zu werden. Doch scheint der Einfluſs der Drahtlänge zu überwiegen, da bei Aufstellung derselben Platte in unmittelbarer Nähe der Entladerkugeln und daher bei Anwendung einer sehr kurzen metallischen Verbindung zwischen Maschine und Platte die Wirkung bedeutend schwächer war, als wenn die Platte in einer Entfernung von etwa 1½ m seitlich von der Maschine stand und die Verbindung durch entsprechend langen Draht hergestellt wurde. Wurde die der Influenzmaschine nahestehende Platte durch eine lange Schnur, die auf einem Glascylinder aufgewickelt war, verbunden, so war die Wirkung auch bedeutend schwächer, als wenn die gleichlange Schnur in ausgespannter Lage die weitergestellte Platte mit der Influenzmaschine verband.

Versuche mit Tauchern.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

Der Cartesianische Taucher ist ein Vertreter derjenigen Apparate, welche sich zwar weniger gut zur ersten Einführung in ein Erscheinungsgebiet oder zum Nachweis grundlegender Gesetze eignen, denen aber die nicht minder wichtige Aufgabe zufällt, physikalisches Denken, ein allmählich immer sicherer werdendes Anwenden des Erlernten anzubahnen. Gerade von solchen, gewissermaſsen in zweiter Linie zu verwendenden Apparaten ist im Sinne einer Steigerung des Eifers zu verlangen, daſs sie die Erscheinungen in einer die Schüler anziehenden Form darbieten. Da der Cartesianische Taucher aus naheliegenden Gründen dieser Forderung entspricht, so sind bereits mehrfach Versuche beschrieben worden, mit ihm nicht nur die Gesetze des Schwimmens und der Volumänderung von Luft bei Zu- und Abnahme des Druckes zu befestigen, sondern um auch die Anwendung des Tauchers für die experimentelle Behandlung angrenzender Erscheinungsgebiete herbeizuführen. Schwalbe benutzt u. a. den Taucher zur Demonstration der Druckfortpflanzung in Gasen (*Zeitschr. z. Förd. d. phys. Unt. III, 1886*), Heyden verwendet denselben zur Erläuterung der Fallbewegung; auch zeigt er mit zwei Cylindern, die mit Tauchern und Membranen in bekannter Weise versehen sind, die Verteilung des Druckes an einer mit verschiebbarem Gewicht belasteten Stange auf deren beide Enden (*ebenda*; vgl. ferner O. Liebreichs Vortrag in d. physik. Gesellsch. z. Berlin, diese Zeitschr. *IV, 211*). Auch die nachstehend beschriebenen Versuche sollen der Anwendung des Tauchers teils im Unterricht gelegentlich von Wiederholungen, teils bei Schülerversuchen dienen.

Bezüglich der zu benutzenden Form des Tauchers möge vorausgeschickt werden, daſs in vielen Fällen ein Reagensglas auch ohne Beschwerung ausreicht. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daſs nicht zur ersten Vorführung ein stets verwendungsbereiter, mit Membran bespannter Cylinder, der einen mit Glasröhrchen versehenen Taucher enthält, den Vorzug verdiene. Um das für die mitzuteilenden Versuche empfehlenswerte einfache Reagensglas mit dem erforderlichen Luftquantum zu versehen, gieſst man zunächst so viel Wasser hinein, daſs es aufrecht auf Wasser schwimmt, und tröpfelt alsdann vorsichtig weitere Mengen Wasser hinein, bis es nur

noch wenig aus der Oberfläche hervorragt. Hierauf zieht man das Gläschen heraus, verschliefst es mit dem Finger und taucht es verkehrt in einen zum Überlaufen vollen Cylinder mit Wasser hinein. Bei einiger Übung gelingt es auf diese Weise leicht, die Taucher fast regelmäfsig richtig zu füllen, so dafs nur etwa die Hälfte des Bodens aus dem Wasser hervorragt. Zu empfehlen ist, ein leichtes Drahthäkchen mit Siegellack auf der äusseren Seite des Bodens zu befestigen, um einen zu wenig Luft enthaltenden Taucher mit einem unten kurz umgebogenen Draht schnell wieder emporziehen zu können. Auch hat man daran zu denken, dafs durch unnötiges Umfassen des Gläschens mit der Hand vor dem Verschliefsen mit dem Finger ein Teil der Luft durch Erwärmen entfernt würde. Übrigens gehört ein ein- oder zweimaliges Mifslingen der beschriebenen Taucherfüllung wohl zu denjenigen Momenten des Unterrichtes, die bei manchen Schülern erst recht zur Gewinnung des Verständnisses beitragen.

1. Schon oft ist empfohlen worden, die Membran aus Blase oder Kautschuk, welche den Cylinder des Tauchers abschliefst, durch einen Stopfen mit angeschlossener Verbindung von Glas- und Gummiröhren zu ersetzen (vgl. die Zusammenstellung bei Frick-Lehmann, *Phys. Technik, 6. Aufl., I, 354*). Man erreicht so eine bessere Beurteilung der Gröfse des Druckes, der Sinken oder Steigen des Tauchers herbeiführt. Bei der in Fig. 1 dargestellten Versuchsanordnung drückt man den mit der Rohrverbindung versehenen, gut schliefsenden Kork- oder Gummistopfen auf den bis an den Rand mit Wasser gefüllten Cylinder und läfst den Überschufs des Wassers aus der Glasröhre *s* herausfliefsen. Durch kurzes Zusammendrücken des Schlauches wird dann noch etwas mehr Wasser zum Ausströmen gebracht und nachgesehen, ob man durch Emporhalten der Druckröhre *s* den Taucher zum Sinken bringen kann. Ist dies der Fall, so wird *s* in eine Stativklemme senkrecht eingespannt. Durch Heben und Senken der Röhre in der natürlich nicht zu fest geschraubten Klemme gelangt man zu denjenigen Niveaustellungen des in der Druckröhre befindlichen Wassers, bei welchen ein Sinken oder Steigen des in seinen Grenzstellungen befindlichen Tauchers erfolgt. Mifst man mittels eines dahinter aufgestellten, senkrechten Mafsstabes den Abstand dieser beiden Niveaustellungen O und U, so ist derselbe genau gleich dem Höhenunterschied $o\,u$ des Niveaus des Wassers im Taucher. Die Volumänderung der eingeschlossenen Luft während des Emporsteigens oder Sinkens macht sich durch Verschiebung der Wassersäule in der Röhre *s* bemerkbar.

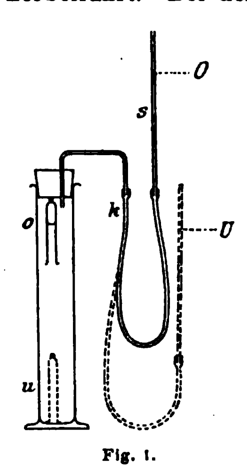


Fig. 1.

Man zeigt hierauf, dafs es unmöglich ist, der Druckröhre eine solche feste Aufstellung zu geben, dafs der Taucher sich schwebend erhält. Nur durch eine Art vorsichtigen Balancierens mittels der auf- oder abwärts zu bewegenden Druckröhre gelingt es, den im labilen Gleichgewicht befindlichen Taucher in der Mitte des Cylinders festzuhalten. Auf die Frage, ob nicht bei besonderer Beschaffenheit der Flüssigkeit im Cylinder der Taucher in ein stabiles Gleichgewicht zu bringen sei, wird der Vorschlag gemacht werden, im Cylinder auf eine spezifisch schwerere Flüssigkeit Wasser aufzuschichten. Man kann die Dichte der Bodenschicht unter vereinfachenden Annahmen in einer Aufgabe berechnen lassen.

2. Vertauscht man die einige mm weite Druckröhre mit einer engeren, so ist natürlich das in derselben durch die Volumänderung der Luft des Tauchers be-

dingte Sinken oder Ansteigen des Wasserniveaus ein erheblich gröſseres. Diese beim Fallen und Steigen des Tauchers entstehenden Verschiebungen der Wassersäule in *s* vermindern den Antrieb, durch welchen der Taucher seine Bewegung ausführt. Daher sinkt und steigt derselbe um so langsamer, je enger die Röhre *s* ist. Schlieſst man endlich die im Stopfen befindliche Röhre durch Aufsetzen eines Quetschhahnes auf den Gummischlauch, so fällt die für den Cartesianischen Taucher gewöhnlicher Art charakteristische Beschleunigung seiner Bewegung fast ganz fort; er fällt und steigt gleichförmig mit mehr oder weniger groſser Geschwindigkeit, je nachdem eine gröſsere oder geringere Druckänderung die Wasserverdrängung des Tauchers beeinfluſst hatte. Um die Erscheinungen am Cartesianischen Taucher mit abgeschlossenem Cylinder, auf welche meines Wissens bisher nicht aufmerksam gemacht worden ist, am reinsten zu sehen, muſs man für das Fehlen von Luftblasen unter dem Stopfen, sicheres Schlieſsen des letzteren und für die Möglichkeit sorgen, den Druck um sehr kleine Beträge ändern zu können. Hierzu können verschiedene Mittel angewandt werden. Am einfachsten ist es, den Kautschukschlauch unweit der im Stopfen befindlichen Röhre (bei *k* Fig. 1) mit dem Quetschhahn zu verschlieſsen, nachdem die Druckröhre *s* zuvor in eine der Grenzstellungen *O* und *U*, das Luftvolumen des Tauchers also auf die dem labilen Zustande entsprechende Gröſse gebracht worden ist. Man kann alsdann durch mehr drehende als schiebende Bewegung der im Stopfen befindlichen Röhre das Luftvolumen im Taucher leicht äuſserst wenig abändern. Es gelingt so, dessen Fallbewegung derart zu verlangsamen, daſs die Geschwindigkeit nur etwa 10 cm in der Minute beträgt. Ein anderes Hülfsmittel ist die Benutzung eines Schraubenquetschhahns zwischen der im Stopfen sitzenden Glasröhre und dem Quetschhahn bei *k*. Bequem wäre ferner die Verwendung einer feinen, in einer zweiten, den Stopfen durchsetzenden Röhre verschiebbaren Schraubenspindel. Will man zur Erprobung der Empfindlichkeit des Apparates, sowie zu allerlei anschlieſsenden Messungen die Gröſse der Volumänderungen, welche dem Taucher die eine oder andere Bewegung erteilen, feststellen, so kann man hierzu die mit dem Apparate der Fig. 2 verbundene U-förmige Capillare benutzen, in der ein Quecksilberfaden sich befindet. Die Verschiebung desselben geschieht mittels des an der Kautschukröhre *r* wirkenden Schraubenquetschhahns *q*. Die Röhre *r* ist bei *p* durch ein Stückchen Glasstab verschlossen und enthält ebenso wie die Röhre *t* Wasser. Der Cylinder in Fig. 2 ist statt eines Stopfens zur Vermeidung sehr geringer elastischer Nachwirkungen mit einer dicken, auf den breiten Rand des Cylinders gut aufgeschliffenen Glasplatte verschlossen, welche mit zwei Durchbohrungen versehen ist. In diesen befinden sich sehr kurze Stücke Gummischlauch und bewirken einen festen und vollkommen dichten Sitz der Röhren *t* und *t'*, welche nach Bestreichen mit etwas Talg unter vorsichtigem Drehen hineingeschoben wurden. Die unteren Öffnungen von *t* und *t'* sind so weit verengt, daſs keine Luftblasen eindringen können, wenn zur Vorbereitung der Versuche diese Röhren durch Ansaugen mit Wasser gefüllt sind. Die Röhre *t'* ist mit einem Schlauchstückchen versehen, welches mit dem Quetschhahn *q'* verschlossen werden kann. Zum Füllen von Röhren und Cylinder verwende man abgekochtes destilliertes Wasser. Nachdem die Capillare und die damit verbundene Röhre *r* mit etwas Quecksilber, im übrigen mit Wasser unter Ver-

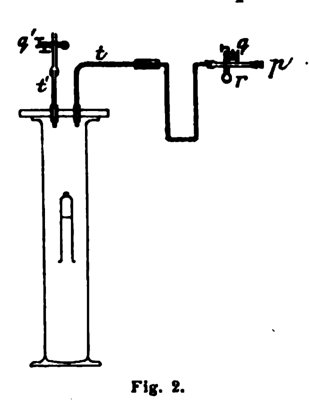


Fig. 2.

meidung von Luftblasen gefüllt sind, wird die Capillare in den an *t* befindlichen, ebenfalls ganz mit Wasser gefüllten und provisorisch zugedrückten Schlauch hineingeschoben. Der Taucher wird nach dem unter 1 angegebenen Verfahren mit einem solchen Luftquantum versehen, dafs er im Wasser des Cylinders untersinkt. Der Cylinder wird nach vollständiger Füllung mit Wasser so mit der Deckplatte verschlossen, dafs keine Luftblasen unter derselben zurückbleiben. Alsdann saugt man mittels einer Pipette, welche vorübergehend in das an *t'* befindliche Schlauchstückchen eingeschoben wird, unter leisem Drucke auf den Quetschhahn *q'* so viel Wasser heraus, dafs der Taucher ganz langsam emporsteigt.

Der so vorgerichtete Apparat ist ein äufserst empfindlicher Indikator für Volumänderungen. Er teilt diese Empfindlichkeit mit der bekannten Methode der Dichtebestimmung fester Körper durch „Schweben" nach Dufour. Bei 18° giebt nach Ostwald (*Hand- und Hülfsbuch z. Ausf. phys.-chem. Messungen, S. 115*) eine Temperaturänderung von 0,03° mit einem Schwimmer von 2—3 ccm bereits einen sehr deutlichen Unterschied. Eine geringe Beeinträchtigung könnten Beobachtungen von Volumänderungen mit dem beschriebenen Apparat wohl nur durch die langsame Auflösung der im Taucher befindlichen Luft, sowie durch elastische Nachwirkungen der kurzen, am besten recht starkwandig auszuwählenden Schlauchstücke erfahren. Die letzteren sind natürlich an dem Apparate nicht unersetzlich, und auch dem ersteren Umstande kommt infolge der sehr langsamen Diffusion der Luft durch das Wasser in der Richtung nach unten keine grofse Bedeutung zu. An dem von mir zusammengestellten Apparate wurde der Taucher durch Verschieben des Quecksilberfadens im Capillarrohr um 1 mm zur Umkehr seiner Bewegung gebracht. Durch Auswägen der Capillare wurde die entsprechende Volumänderung in der Gröfse von 0,00025 ccm gefunden.

Umfafst man den Cylinder mit den Händen, so steigt der zum annähernden Schweben gebrachte Taucher infolge der Ausdehnung des Glases lebhaft empor, um nach dem Fortnehmen der Hände durch Dilatation des Wassers ebenso lebhaft bis auf den Boden herabzusinken.

Der Apparat gestattet, durch vorsichtiges Schrauben am Quetschhahn *q* den Taucher in der Mitte des Cylinders zum fast völligen Schweben zu bringen. Absoluter Stillstand wird indessen schon infolge der langsamen Temperaturänderungen des Cylinders unmöglich gemacht.

3. Wirkliches Schweben eines Tauchers kann man sehr einfach dadurch herbeiführen, dafs man im Cylinder einen dünnen Stab oder eine Röhre, die am einen Ende verschlossen ist, so anbringt, dafs dieselbe beim Herabsinken des Tauchers von unten her in den Luftraum desselben eindringt. Bei dieser, an gewisse Arten von Gasometern erinnernden Anordnung ist es erforderlich, die Beweglichkeit des Tauchers in horizontaler Richtung zu beschränken, damit nicht der Taucher mit irgend einer Stelle seiner Wandung der senkrechten Röhre infolge von Oberflächenanziehung sich anschmiegt, und die Beweglichkeit des Tauchers in vertikaler Richtung herabgesetzt wird. Man kann, wie in Fig. 3 angedeutet, an der in den Cylinder hinabführenden Röhre *r* einen geraden Draht *d* mit Siegellack befestigen, welcher unten zu einem Ringe gebogen ist, damit der Taucher am Ausweichen in horizontaler Richtung gehindert wird. Die oben, wie die Figur zeigt, gebogene Röhre *r*, welche man ziemlich dünn auszuwählen hat, wird am Ende mit einem durch Quetschhahn verschliefsbaren Gummiröhrchen versehen. Diese Röhre wird von einem auf den Cylinder zu drückenden Stopfen getragen, in dessen anderer Durchbohrung sich die als Mittel

zur Veränderung des Druckes schon unter 1 verwendete Rohrverbindung befindet. Der Taucher ist unten mit etwas Draht oder einem Bleiring zu beschweren, damit er ein gröfseres Luftvolumen aufnehmen kann, ohne emporzusteigen. Man bringt ihn aufserhalb des Cylinders auf die Röhre r, verschliefst die letztere mit dem Quetschhahn und setzt den Stopfen samt Röhren an ihren Ort im Cylinder. Der nunmehr an der Oberfläche des Wassers schwimmende Taucher wird durch sehr vorsichtiges Öffnen des Quetschhahns zum Sinken und Schweben gebracht. Die nunmehr anzubringende Rohrverbindung s gestattet, den Taucher in verschiedenen Höhen schweben zu lassen; man füllt dieselbe zuvor mit Wasser an. Für geringere Änderungen des Druckes kann man auch eine Art peristaltischer Bewegung am Schlauch anwenden. Ebenso wird das im Taucher enthaltene Luftquantum in bequemer Weise um sehr kleine Beträge verändert, wenn man kurz vor oder hinter dem Quetschhahn den Schlauch zudrückt und durch kurzes Lüften des Hahnes die verdichtete Luft heraus- oder hineinläfst.

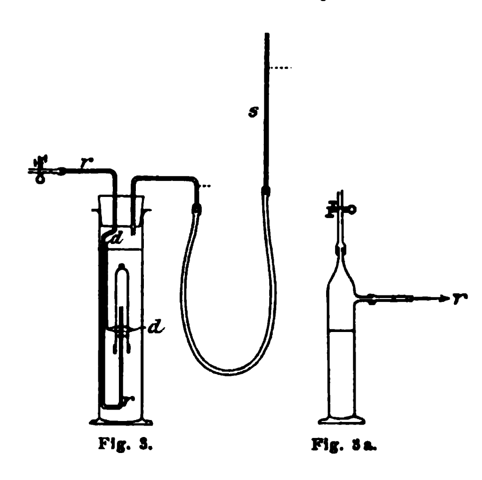


Fig. 3. Fig. 3a.

Bei Anwendung dieser Taucherform im Unterricht, um dabei das Schweben eines Körpers zu zeigen, kann man ferner die Bedingungen erörtern, welche dem Auftreten des stabilen Zustandes zu Grunde liegen. Damit bei einer geringen Bewegungsänderung der Taucher von selbst in seine bisherige Lage zurückgeht und nicht, wie beim gewöhnlichen Cartesianischen Taucher, die Bewegung sich in beschleunigtem Tempo fortsetzt, mufs offenbar die wohl als Verdrängungsröhre zu bezeichnende Röhre r die Wasserverdrängung mehr verändern, als dies durch Vergröfserung oder Verkleinerung des Luftvolumens beim Steigen oder Sinken des Tauchers geschieht. Man kann daher die Stabilität des Schwebezustandes dieser Taucherform wieder aufheben, wenn man mit r ein Gefäfs in Verbindung setzt, welches ein genügend grofses Luftvolumen enthält. Hierzu eignet sich eine kleine Waschflasche, deren eine Rohröffnung mit der Verdrängungsröhre r zu verbinden ist, während die andere Öffnung mit einem Schlauchstück und Quetschhahn zum Abschliefsen, sowie zum Einblasen oder Entfernen von etwas Luft versehen wird (Fig. 3a). Durch Eingiefsen von mehr oder weniger Wasser kann man die Luftmenge, welche mit der Luft im Taucher zusammen, je nach der Tiefe seines Eintauchens, mehr oder weniger verdichtet wird, derart abändern, dafs der Taucher die Stabilität wieder erhält. Eine hierauf vorgenommene Ausmessung der im Taucher und der Flasche vorhandenen Luftmengen kann als Bestätigung der elementaren Berechnung derselben auf Grund des bekannten Querschnittes der Verdrängungsröhre dienen. Hat z. B. die Röhre r einen Querschnitt von 0,12 qcm, so verändert ein Stück derselben von 1 cm Länge die Wasserverdrängung des Tauchers um 0,12 ccm. Beträgt nun der Druck, unter welchem sich die Luft befindet, 1050 cm Wasserhöhe, so ergiebt sich für ein weiteres Eintauchen um 1 cm aus der Gleichung: $1051 : 1050 = (x + 0{,}12) : x$ das Volumen x gleich 126 ccm als Grenze des labilen und stabilen Gleichgewichts.

4. Ist das Volumen der in Taucher und Flasche enthaltenen Luft nicht viel kleiner, als die Rechnung für den Grenzzustand des Gleichgewichts ergiebt, so stellt

der zuletzt beschriebene Apparat ein recht empfindliches Luftthermoskop dar, welches den Vorteil hat, dafs die Temperaturschwankungen nicht durch Bewegung eines Flüssigkeitsfadens, sondern durch die in den gröfsten Räumen sichtbaren Angaben der Stellung eines beliebig grofs und breit construierbaren Schwimmers erfolgen. Man kann sich leicht überzeugen, dafs bei senkrechter Stellung des Tauchers die Reibung an dem Führungsringe *d* im Wasser eine für die Beweglichkeit garnicht in Betracht kommende Gröfse hat. Der Taucher vermag die langsamsten Bewegungen auszuführen, die man z. B. durch Auflegen eines Fingers auf die mit *r* verbundene Flasche veranlafst. Statt des Ringes *d* kann man zur Verhinderung der Berührung von Taucherwand und Verdrängungsröhre in der Öffnung des Tauchers eine mit concentrischem Kreisausschnitt versehene Blechscheibe einkitten. Aufser auf recht genau senkrechte Stellung des Tauchers beim Schweben im Wasser hat man noch darauf zu achten, dafs kein Wasser in die Verdrängungsröhre gelangt, da hierdurch die Beweglichkeit des Tauchers sehr beeinträchtigt werden kann. Ist durch unvorsichtiges Öffnen des Quetschhahns Taucher und Röhre voll Wasser gelaufen, so mufs man den Apparat auseinandernehmen und die Röhre durch Hindurchsaugen angewärmter Luft wieder austrocknen. Man kann sich aber diese kleine Mühe durch etwas Vorsicht leicht ersparen.

Als Differential-Thermoskop mit schwebendem Taucher ist der in Fig. 4 gezeichnete Apparat eingerichtet. Der Taucher besteht aus einem besonders langen, unten beschwerten und mit durchbohrtem Blechscheibchen *b* versehenen Reagensglase. Eine Färbung desselben ist, wie auch Heyden in Bezug auf seine Taucherversuche (*a. a. O.*) bemerkt, nicht erforderlich, da der Glanz der Reflexe den Taucher genügend sichtbar macht; man kann übrigens eine hellgelbe Färbung des Glases durch Erhitzen in der Bunsenflamme nach Auftragen von etwas Silbersalz erzielen. Benetzt man die Aufsenwand des Reagensglases mit Silbernitratlösung, so empfiehlt sich Aufstreuen von ein wenig Alkalicarbonat — hierzu genügt ein wenig Cigarrenasche — und Verreiben desselben auf dem feuchten Glase mit einem Läppchen. Die in dem dicht schliefsenden Stopfen auf dem Cylinder festsitzende Röhre ist durch ein T-Rohr mit dem Thermoskopgefäfs *g* verbunden. Der dritte Schenkel des T-Rohres ist mit einem Schlauchstück und Quetschhahn zur Abgleichung des Luftvolumens versehen. Das zweite Thermoskopgefäfs *g'* ist durch die Röhre *r'* mit dem unter dem Stopfen befindlichen Luftraume verbunden. Um auch die hier vorhandene Luftmenge durch Hineinlassen oder Herausheben von etwas Wasser mit Hülfe einer engen, an einer Pipette befindlichen Röhre abändern zu können, befindet sich im Stopfen das dritte, kurze Rohr *v*, welches ebenfalls mittels Schlauchstückes und Glasstäbchen oder Quetschhahn verschliefsbar ist.

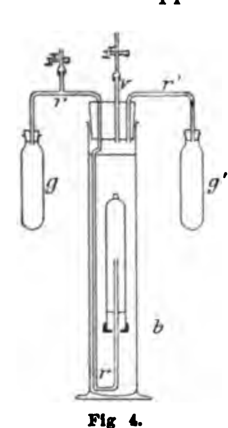


Fig 4.

Einige Versuche mit dem Apparate zeigten die bedeutende Empfindlichkeit und Brauchbarkeit desselben, besonders bei Vorträgen in sehr grofsen Räumen. Die durch gleichmäfsige Temperaturänderung der Gefäfse *g* und *g'* hervorgerufenen Druckänderungen sind zwar nicht ganz genau übereinstimmend, da der Druck in *g* von vornherein etwas gröfser ist, jedoch kommen hierdurch hervorgerufene, kleine Bewegungen des Tauchers bei einigermafsen schnell verlaufenden Versuchen, wie sie für Vortragszwecke doch nur angebracht sein werden, garnicht zur Geltung. Auch mit andern, fast kostenlos herstellbaren Thermoskopen kann man bekanntlich allerlei

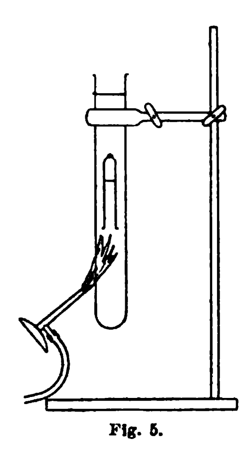
Versuche, bei denen geringe Temperaturänderungen nachzuweisen sind, anstellen (vgl. z. B. den Nachweis der Erwärmung von Quecksilber durch Schütteln nach Holtz, diese Zeitschr. *III*, *S. 68*); der beschriebene Apparat wird indessen, da er auf neuem Prinzip beruht, zur Belebung des Unterrichtes beitragen können, zumal er die Temperaturänderungen sehr deutlich sichtbar macht. Gröfsere Bequemlichkeit gewährt allerdings die Vorführung thermischer Erscheinungen mit Hülfe des früher beschriebenen Farbenthermoskopes, welches als Reagens für Wärme stets ohne Vorbereitung verwendbar ist (vgl. diese Zeitschr. *IX*, *227*).

5. Das lebhafte Interesse, welches die Schüler den Bewegungen des Tauchers gegenüber bekunden, veranlafsten den Verfasser, auch für Dampfdruckversuche den Taucher nutzbar zu machen. Um denselben durch Ätherdampf in Bewegung zu setzen, giefst man in das fast ganz mit Wasser gefüllte Reagensglas etwas Äther bis zum Vollwerden, verschliefst gut mit dem Finger und bringt den Taucher verkehrt in einen zum Überlaufen voll Wasser gegossenen Cylinder. Man läfst das Reagensglas bis auf den Boden des Gefässes sinken und giefst noch einen gröfseren Bruchteil des Wassers in den Ausgufs, über dem man die Vorbereitung der Versuche am bequemsten ausführt. Nun bringt man mit einem langen Trichterrohr warme Salzlösung irgend welcher Art (schwach gefärbte ist empfehlenswert) in die untere Hälfte des Cylinders und rührt nötigenfalls etwas um, bis der Taucher in lebhafte, auf- und absteigende Bewegung gerät. Das Entstehen und Verschwinden der Dampfblase ist auch aus der Ferne sichtbar. Da die verschieden temperierten Flüssigkeiten sich infolge der tanzenden Bewegung des Tauchers mehr und mehr vermischen, so wird die Elongation bald so grofs, dafs das Gläschen jedesmal einige cm aus der Flüssigkeit heraushüpft, um alsbald bis auf den Boden herabzusinken, wenn die Salzlösung nicht zu warm gemacht war. Andernfalls giefst man wieder einen Bruchteil der Flüssigkeit des Cylinders in den Ausgufs und füllt kaltes Wasser oben nach. Um möglichst lebhafte Bewegung zu erzielen, vermeide man beim Vorbereiten des Versuches das Eindringen von Luftbläschen in den Taucher. Man verwendet auch hier am besten abgekochtes Wasser und nimmt nur wenige Tropfen Äther, da derselbe im allgemeinen ziemlich viel Luft enthält. Nach Schlufs des Versuches ist gewöhnlich wieder etwas Luft im Taucher vorhanden. Die niedrige Lage der Siedetemperatur des Äthers wird zugleich dadurch auffallend sichtbar, dafs man einen thermoskopischen Papierstreifen um den Cylinder legt. Derselbe wird nicht gerötet (45°), trotzdem der Taucher eilig auf- und niedersteigt. Die äufsere Wandung des Cylinders ist allerdings etwas kälter als der Inhalt.

Anstatt mit erwärmter Salzlösung kann man auch den Versuch mit Hülfe von concentrierter Schwefelsäure ausführen, die man aus einer Pipette in das Wasser des Cylinders fliefsen läfst. Die Spitze derselben darf nicht zu tief eingesenkt werden, und es empfiehlt sich, dieselbe beim Ausfliefsen der Säure langsam zu bewegen. Man nehme nicht zu viel Schwefelsäure, damit die Temperatur nicht zu hoch wird. Den Inhalt der Pipette kann man von den Schülern erraten lassen.

6. Beim Sieden einer Flüssigkeit vergröfsern sich bekanntlich die Dampfblasen während des Emporsteigens. Man kann dies mit einem Reagensglastaucher deutlicher sichtbar machen. In ein frisch gereinigtes Reagensglas gröfsten Kalibers, welches man ganz mit abgekochtem Wasser füllt, bringt man den ebenfalls bis auf ein sehr kleines Luftbläschen mit Wasser angefüllten Taucher. Sollte die Mündung des weiteren Glases so eng sein, dafs man den verschliefsenden Finger nicht mit eintauchen kann, so nimmt man einen mit einem gebogenen Drahtstück versehenen

Kork zu Hülfe, oder man überdeckt das Tauchergläschen mit einem Stückchen Tüll, dreht vorsichtig um — am bequemsten innerhalb eines grofsen Gefäfses mit Wasser — und senkt den Taucher in das weitere Reagensglas so weit ein, dafs man das Gewebe durch Anfassen einer Ecke noch herausziehen kann. Indessen schadet es dem Versuche nicht, wenn man das Tüllgewebe am Taucher sitzen läfst. Es löst sich nachher ab und bildet dann für den herabfallenden Taucher eine Art Bodenpolster. Für das Luftbläschen, welches im Taucher verbleiben soll, braucht man gewöhnlich nicht besondere Sorge zu tragen. Das weite Glas wird nun nach Entfernen von $^1/_6$ bis $^1/_8$ seines Inhaltes in einer Stativklemme befestigt und durch eine untergestellte Flamme erhitzt. Sobald das mit etwas Vorsicht einzuleitende Sieden beginnt, vergröfsert sich das Luftbläschen im Taucher, und dieser steigt regelmäfsig auf und nieder. Besonders wenn man mit dem in der Hand gehaltenen Brenner von der Seite her unten erhitzt (Fig. 5), gelingt es, das Sieden ganz auf das Auf- und Absteigen der im Taucher gefangenen Dampfblase zu beschränken.


Fig. 5.

7. Beachtenswerte Nebenerscheinungen beobachtet man bei folgendem Verfahren, den Dampfdruck von Flüssigkeiten mit niedriger Lage des Siedepunktes zu messen. In einem mit gut schliefsendem Stopfen versehenen Cylinder befindet sich ein Taucher mit einigen ccm der — zunächst leichter als Wasser — ausgewählten Flüssigkeit. Die im Stopfen befindliche Röhre wird mittels nicht zu dünnwandigen Gummischlauches unter Einschaltung eines T-Rohres einerseits mit einem Quecksilbermanometer, andererseits mit einer Luftpumpe verbunden (Fig. 6). Für Äther genügt Saugen mit dem Munde. Sobald eine genügende Luftverdünnung erreicht ist, erhebt sich der Taucher infolge Siedens der Flüssigkeit bis zur Oberfläche. Der zur Luftpumpe führende Schlauch wird mit einem Quetschhahn rechtzeitig geschlossen und der Manometerstand beobachtet. Zur Bestimmung des Dampfdruckes hat man natürlich auch die Wassersäule zu berücksichtigen, welche sich im Cylinder über dem Niveau des Wassers im Taucher befindet. Auch wird man die Umstände besprechen, welche bewirken, dafs gleich nach dem Aufsteigen des Tauchers der Stand des Manometers noch nicht genau der Temperatur des Wassers im Cylinder entspricht. Durch vorsichtiges Öffnen des Quetschhahns läfst man etwas Luft in den Apparat eindringen und wiederholt Messungen und die sich anschliefsenden Erörterungen. In kurzer Zeit können mehrere Flüssigkeiten nacheinander untersucht werden. Es braucht wohl kaum hinzugefügt zu werden, dafs der sich beimischende Wasserdampf einen gewissen, aber bekanntlich nur sehr kleinen Einflufs auf die gemessene Gröfse des Dampfdruckes hat. Für Flüssigkeiten, die im Wasser untersinken, z. B. Schwefelkohlenstoff, kann ein nach Fig. 6 a geblasenes Gläschen oder ein Reagensglas mit Kork und Glasröhrchen (*b*) benutzt werden.

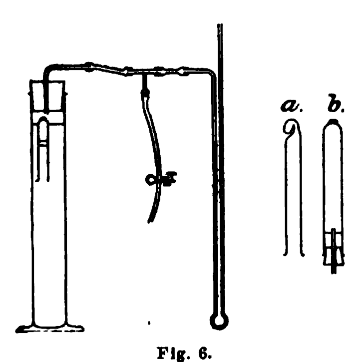


Fig. 6.

Von besonderem Interesse ist des beim Ansaugen auftretenden Siedeverzuges wegen die Benutzung luftfreien Äthers. Man bringt ein mit gewöhnlichem Äther beschicktes Reagensglas (Fig. 7) durch Eintauchen in heifses Wasser auf die erforderliche Temperatur. Der überdestillicrende Äther wird in einer zu kühlenden Flasche

aufgefangen. Ist die Flüssigkeit bis auf einen kleinen Rest verdampft, so drückt man den Schlauch bei *s* zu, entfernt ihn von *t* und hebt das Gläschen zugleich aus dem heifsen Wasser heraus. Alsdann wird das völlig zusammengeprefste Röhrenende *s* in abgekochtes Wasser eingesenkt und langsam geöffnet. Das eindringende Wasser treibt den Äther in dem umgekehrt gehaltenen Gläschen empor. Ein trotz aller Vorsicht etwa auftretendes minimales Luftbläschen löst sich in kurzer Zeit in dem luftfreien Äther auf. Den am Verschlusse des Gläschens noch befindlichen kurzen Gummischlauch streift man mittels einer Pincette oder mit einem gebogenen Draht von dem Röhrchen ab, während man das Gläschen in umgekehrter Lage und genügend weit in das Wasser des Cylinders eingesenkt festhält. Der Siedeverzug wird unter Beobachtung des Manometers constatiert und durch einen Stofs oder noch stärkeres Verdünnen zur plötzlichen Aufhebung gebracht.

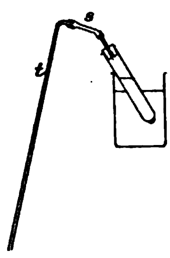


Fig. 7.

8. Recht lehrreich ist ferner die Beobachtung des Gasdruckes von äufserst concentriertem Salmiakgeist. Die gesättigte Flüssigkeit entnimmt man der Waschflasche für das Gas gelegentlich einer Darstellung desselben. Jedoch durfte nicht unterlassen sein, die Waschflasche hinreichend zu kühlen. An das längere Rohr derselben wird ein bis auf den Boden eines Reagensglases führender Schlauch angesetzt und aus diesem durch Einblasen in das kürzere Rohr das Reagensglas vollständig angefüllt. Alsdann wird ein Kork mit ziemlich engem Glasröhrchen schnell aufgesetzt (wie Fig. 6 b), und das Gläschen umgekehrt so in Wasser eingesenkt, dafs keine Luft in das Röhrchen eindringt. Nun kommt es darauf an, etwa die Hälfte des Salmiakgeistes durch Wasser zu ersetzen. Unter anderen Mitteln kann man hierzu das mit dem Röhrchen in Wasser eintauchende Gläschen oben etwas erwärmen und das freiwerdende Gas die untere Hälfte der Flüssigkeit aus dem Gläschen drängen lassen. Das nach dem Abkühlen wieder ganz angefüllte Gläschen bringt man vorsichtig in das Wasser des Cylinders. Schon bei sehr geringer Luftverdünnung steigt der Taucher empor. Läfst man wieder Luft in den Apparat eintreten, so tritt im Gegensatz zu den mit Dampf erfüllten Tauchern das Untersinken hier erst nach einigen Augenblicken ein. Vorsichtiges Erschüttern des Cylinders wirkt beschleunigend auf die Lösung des Gases ein. Läfst man den Apparat zusammengesetzt stehen, so kann man in den nächsten Tagen die Abnahme des Gasdruckes über der durch Diffusion sich langsam verdünnenden Flüssigkeit zur Anschauung bringen.

Einige Schwingungsexperimente.

Von

Dr. **H. J. Oosting** in den Helder.

1. Vor einigen Jahren habe ich einen Apparat zur Erzeugung der Lissajousschen Kurven[1]) beschrieben, der aus zwei Pendeln besteht, wovon das eine, das ein horizontales Spiegelchen trägt, an dem zweiten Pendel so aufgehängt ist, dafs die beiden Schwingungsebenen zu einander senkrecht stehen. In letzter Zeit habe ich die Vorrichtung der Art verbessert, dafs die Ausführung des Versuchs erleichtert worden ist. Das angewandte Verfahren ist in Fig. 11 der angeführten Arbeit angegeben. Bei der neuen Vorrichtung hat das Gestell eine bessere Form erhalten und trägt selbst die

---

[1]) Diese Ztschr. *VIII, 190; 1895.*

beiden Planspiegel *B* und *P* der genannten Figur. Der neue Apparat ist in der Figur 1 dieser Abhandlung dargestellt.

2. van Schaïk[2]) und van Dam[3]) haben in dieser Zeitschrift Apparate zur Zusammensetzung zweier gleichförmiger Kreisbewegungen beschrieben, die in entgegengesetztem Sinne ausgeführt werden. Für die beiden Herren war die Fresnelsche Ansicht über die Drehung der Polarisationsebene die Veranlassung zum Entwurf ihrer Apparate.

In Fig. 2 ist in $^1/_4$ der wahren Gröfse ein Instrument ganz anderer Einrichtung dargestellt, das ich zu demselben Zweck und in Bezug auf eine weiter unten folgende Darlegung entworfen habe.

Auf der Grundplatte sind die Messingstücke *A* und *A'*, versehen mit Öffnungen, worin sich Achsen drehen, angebracht. Auf den beiden Achsen sitzen eine oder mehrere hölzerne Scheiben, und an den einander zugewendeten Enden sind die ebenen kreisförmigen Spiegelchen S_1 und S_2 so angebracht, dafs die Normale einen Winkel mit der Drehungsachse bildet. Diesen Winkel mufs man abändern können. Ich habe darum die Spiegelchen mit Wachs an den Enden der Achsen befestigt; eine Vorrichtung, bei der die Spiegel mittels einer Schraube gestellt werden könnten, würde



Fig. 1.

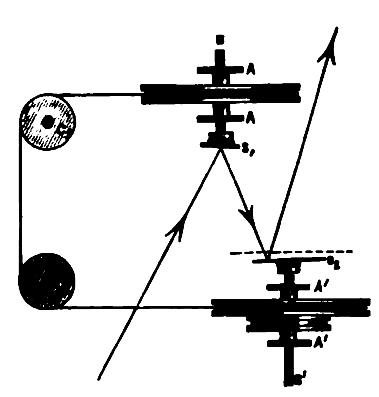


Fig. 2.

den Gebrauch erleichtern. Eine Schnur ohne Ende läuft über eine der Scheiben jeder Achse und über 4 Rollen *C* und *C'*, von denen in der Figur nur 2 abgebildet sind. Die beiden anderen liegen unter den abgebildeten. Die Stellung des einen Paares der untereinander liegenden Rollen kann abgeändert werden.

Wird nun eine der Achsen gedreht[4]), dann erzeugt ein durch die Pfeile bezeichnetes Lichtbündel auf dem Projektionsschirme eine Kurve, die von dem Verhältnis der Durchmesser der beiden Scheiben abhängt, über die die Schnur läuft. Sind die Durchmesser einander gleich und bilden die Spiegelchen gleiche Winkel mit ihren

---

[2]) Diese Ztschr. *VIII, 350; 1895.*

[3]) Diese Ztschr. *VII, 178 u. 270; 1894.* Eine ähnliche Vorrichtung ist von Lodge angegeben worden (*Modern views of electricity, sec. ed. p. 379*).

[4]) Bei meinem Apparate habe ich dazu auf der Grundplatte einen kleinen elektrischen Motor angebracht, dessen Achse in der Verlängerung der Achse *B* steht und die Bewegungen auf diese überträgt.

Die Entfernung der Rollen *C* und *C'* von den Achsen *B* und *B'* ist bei dem Apparate etwas gröfser, als sie in der Figur dargestellt ist.

Drehungsachsen, so beschreibt der Lichtfleck auf dem Schirme eine Gerade, die allmählich ihre Stellung ändert, wenn die Gleichheit der Durchmesser nicht vollkommen erreicht worden ist.

Sehr leicht können die beiden zusammensetzenden Bewegungen einzeln sichtbar gemacht werden. Dazu stellt man vor das eine der drehenden Spiegelchen ein festes Spiegelchen, das in der Figur punktiert gezeichnet worden ist. Bei nicht zu schneller Drehung kann man auch wahrnehmen, in welchem Sinne die Kurve durchlaufen wird. Es ergiebt sich dabei aber, dafs die von dem Lichtflecke beschriebene Kurve kein Kreis ist, sondern eine Ellipse, deren grofse Achse wagerecht steht, wenn die Ebene der Figur 2 wagerecht gestellt ist. Diese Ellipse entsteht nicht infolge einer schiefen Stellung des Schirmes als der Durchschnitt einer kreisförmigen Kegelfläche mit einer Ebene, die nicht senkrecht zur Kegelachse steht, sondern dadurch, dafs das zurückgeworfe Lichtbündel eine elliptische Kegelfläche beschreibt.

Mit dem beschriebenen Apparate werden also bei dem Gebrauche der gleichen Scheiben zwei elliptische Bewegungen von gleicher Periode zusammengesetzt. Die Excentrizität der Ellipsen wird um so kleiner sein, je kleiner die Winkel sind, die das Lichtbündel mit den Drehungsachsen der Spiegel bildet. Die Entfernung der parallelen Achsen B und B' mufs daher nicht gröfser genommen werden, als nötig ist, um zu verhindern, dafs das zweimal zurückgeworfene Lichtbündel die auf der Achse B angebrachte Scheibe trifft. Bei einem der ausgeführten Versuche war das Verhältnis der Ellipsenachsen ungefähr 8 : 7.

Durch einen Kunstgriff kann man wohl Kreise statt Ellipsen erhalten. Stellt man nämlich den Apparat so auf, dafs die Achsen B und B' in einer lotrechten Ebene liegen, so kann man durch Drehung des Projektionsschirmes um eine lotrechte Achse die wagrechten Achsen der auf dem Schirme sich bildenden Ellipsen vergröfsern, bis sie den lotrechten Achsen gleich werden. Empfehlenswert finde ich diese Methode aber nicht. Macht man den Durchmesser der einen Scheibe halb so grofs wie den der anderen Scheibe (siehe Fig. 2), so bekommt man, wenn die Normalen der Spiegelchen S_1 und S_2 gleiche Winkel mit deren Drehungsachsen bilden, die in Fig. 3 A abgebildete Kurve; wenn die Normale des Spiegels S_2, der die kleinste Umlaufszeit hat, einen gröfseren Winkel mit der Achse B' bildet als die Normale des Spiegelchens S_1 mit der Achse B, dann wird die Kurve der Fig. 3 B erzeugt. Ist der erste Winkel kleiner als der zweite, dann erhält man eine Kurve wie in Fig. 3 C oder 3 D. Die Form der Kurve ist hierbei stets dieselbe, mag das Bündel erst auf das Spiegelchen mit der gröfsten Umlaufszeit fallen und dann auf das mit der kleinsten Umlaufszeit oder umgekehrt. Diese und ähnliche Kurven mit 4 Blättern erregten besonders meine Teilname, weil ich sie bereits früher bei einem Kautschukfaden, der von einer Stimmgabel in Schwingung versetzt wurde, gefunden hatte[5]).

Für diese Kurven giebt es verschiedene Entstehungsarten und deshalb können ihre Gleichungen auf verschiedene Weisen abgeleitet werden. Sie entstehen:

1. wenn ein Punkt mit unveränderlicher Geschwindigkeit einen Kreis (eine Ellipse) durchläuft, dessen Mittelpunkt sich ebenfalls mit unveränderlicher Geschwindigkeit auf einem Kreise (einer Ellipse) so bewegt, dafs die Kreise (Ellipsen) in entgegengesetztem Sinne beschrieben werden, diese Entstehungsart mufste ich aus Nebenursachen bei den schwingenden Kautschukfäden annehmen;

2. als Hypocycloïden oder Hypotrochoiden (vgl. van Dam *a. a. O.*);

---

[5]) *Dissertation Groningen 1889; Beibl. zu Wied. Ann. XVIII, 709; 1894.*

3. wenn ein Punkt eine geradlinige oder eine elliptische Schwingung macht, die mit einer Drehung mit unveränderlicher Winkelgeschwindigkeit verbunden ist.

Bei einer drehenden geradlinigen Schwingung entstehen Kurven wie in Fig. 3 A, bei einer drehenden elliptischen Schwingung Kurven wie in Fig. 3 B, wenn der Sinn der Drehung derselbe ist als der Sinn, in dem die Ellipse durchlaufen wird, und Kurven wie in Fig. 3 C und 3 D im entgegengesetzten Falle.

A B C D

Fig. 3.

Mit dem beschriebenen Apparate kann man noch andere Kurven erzeugen, wenn man den Sinn der Drehung einer der Achsen umkehrt, indem man die Schnur gekreuzt um eine der Scheiben legt.

Bei der Übertragung der Bewegung mittels einer über zwei Scheiben laufenden Schnur werden die Kurven nie eine feste Stellung haben, da die Durchmesser der Scheiben nie vollkommen gleich sind. Dieser Übelstand würde beseitigt, wenn man statt Scheiben Zahnräder nähme und statt der Schnur einen Reif mit Öffnungen, die über die Zähne fallen, wie es Edison bei seinem Kinetoskop gethan hat, und wie auch die Übertragung der Bewegung bei einem Fahrrad geschieht. Man kann aber auch die Scheiben durch Zahnräder, zwischen denen andere angebracht werden, ersetzen. Die Stellung der Achsen des Apparates der Figur 2 ist dazu aber wenig geeignet. Ich habe aber einen Apparat mit Zahnrädern anfertigen lassen, der in Fig. 4 in $1/_2$ seiner wahren Gröfse abgebildet ist, bei dem nur ein Rad zu der Übertragung nötig ist, wenn man Kreis- (oder elliptische) Bewegungen zusammensetzen will, die in entgegengesetztem Sinne durchlaufen werden, und bei dem kein einziges Zwischenrad nötig ist, wenn der Sinn der beiden Bewegungen des zurückgeworfenen Lichtbündels derselbe sein soll. Bei der Projektion der Kurven auf einem Schirme mufs dann das Licht hinter einer Öffnung im Schirme stehen. Dieser Apparat hat im Vergleiche mit dem in Fig. 2 abgebildeten den Nachteil, dafs man genötigt ist, den Lichtstrahl unter einem gröfseren Winkel mit der Drehungsachse einfallen zu lassen, wodurch die entstehenden Ellipsen gröfsere Excentrizität erhalten.

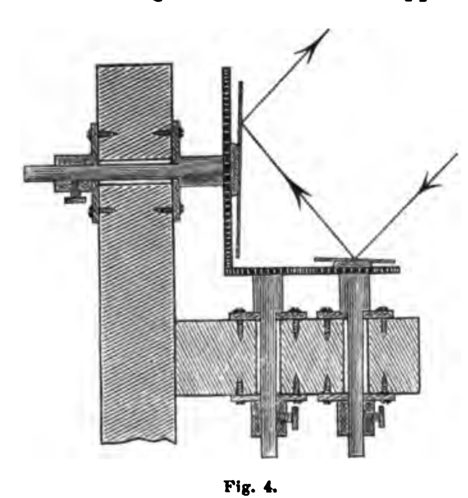


Fig. 4.

Ich habe auch einen Apparat entworfen, bei dem reine Kreisbewegungen zusammengesetzt werden, ich habe ihn aber nicht ausgeführt, weil diesem Vorteil erhebliche Nachteile entgegenstehen.

Die Herren van Schaïk und van Dam haben ihre Apparate so eingerichtet, dafs auch Kurven wie in Fig. 3 A, aber mit einer gröfseren Blätterzahl erhalten werden können, welche Kurven gewissermafsen zur Verdeutlichung des Unterschieds zwischen natürlichem und polarisiertem Lichte dienen können. Mit dem in Fig. 2 abgebildeten Apparate ist eine solche Kurve zu erzeugen, wenn man ein weniger einfaches Verhältnis zwischen den Scheibendurchmessern wählt.

3. Sehr leicht sind aber Kurven wie in Fig. 3 A mittels der an dritter Stelle genannten Erzeugungsart zu erhalten: durch Zusammensetzung einer einfachen geradlinigen Schwingung und einer Drehung. In Fig. 5 ist ein Apparat abgebildet, der

auf diesem Grundgedanken beruht. Am Ende der Achse *A*, die gedreht werden kann, ist ein Stab *BC* senkrecht zur Achse angebracht, der mit zwei Klemmen versehen ist, zwischen denen ein Stahldraht ausgespannt ist, dessen Enden auch noch bei *B* und *C* mittels Schrauben befestigt sind. In der Mitte dieses Drahts ist ein Messingstück angelötet und darauf ein Spiegelchen *S* befestigt, das senkrecht zur Drehungsachse stehen mufs. Läfst man ein Lichtbündel erst auf das Spiegelchen und dann auf einen festen Spiegel und von da auf einen Schirm fallen, so behält der Lichtfleck auf dem Schirme bei Drehung der Achse seine Stellung auf dem Schirme, falls das Spiegelchen genau senkrecht zur Achse steht. Versetzt man nun das Spiegelchen in Schwingung (Torsion des Stahldrahtes), so erhält man eine Kurve wie in Fig. 3 A. Bei meinem Apparate ist die Dicke des Stahldrahtes 0,6 mm und die Länge zwischen den Klemmen 15 cm. Diese Vorrichtung zur Erzeugung der Schwingung entspricht den Apparaten zur Erzeugung der Lissajousschen Kurven, die ich früher beschrieben habe[6]). Obgleich ich es noch nicht ausgeführt habe, scheint es mir nicht schwer, das Spiegelchen mittels eines Elektromagnets in Schwingung zu erhalten.

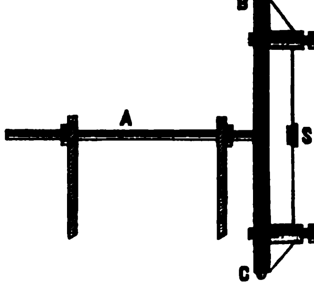


Fig. 5.

4. Zum Schlufs möchte ich noch darauf hinweisen, dafs mir eine praktische Anwendung der beschriebenen Instrumente möglich erscheint.

Ist bei dem Apparate Fig. 2 die Schnur abgenommen und gehören die drehenden Achsen zu verschiedenen Apparaten, dann kann man eine unbekannte Umdrehungszahl der einen Achse für eine Sekunde mit einer bekannten Umdrehungszahl der anderen Achse für eine Sekunde vergleichen. Wird z. B. die eine Achse von einem phonischen Rade von La Cour so gedreht, dafs sie eine bekannte unveränderliche Zahl Umdrehungen in der Sekunde macht, dann kann man feststellen, ob die Achse eines anderen Instrumentes, das eine bestimmte Zahl Umdrehungen in der Sekunde machen soll, die in einem bestimmten Verhältnisse zu derjenigen der ersten Achse stehen soll, wirklich eine unveränderliche Drehungsgeschwindigkeit innehält.

Einfacher wird aber dieser Zweck mit einer Vorrichtung wie in Fig. 5 zu erreichen sein, welche Vorrichtung zu diesem Zwecke elektromagnetisch eingerichtet, auf der Achse, deren Umdrehungszahl geprüft werden soll, angebracht wird. Regelt man die Schwingungszahl in der Sekunde so, dafs sie das Dreifache der für die Achse gewünschten Drehungszahl in der Sekunde beträgt, dann mufs man beständig die Kurve der Fig. 3 A wahrnehmen. Die Regelung der Schwingungszahl des Spiegelchens wird mittels beweglicher Massen wie bei den oben erwähnten Apparaten zur Erzeugung der Lissajousschen Kurven oder durch Abänderung der Länge des Drahtes erzielt werden können. Letzteres wird man erreichen können, wenn man zwischen den festen Klemmen, mit denen der Draht befestigt ist, noch ein Paar bewegliche Klemmen anbringt.

Der Grundgedanke der beschriebenen Anwendung stimmt mit dem des Helmholtzschen Vibrationsmikroskops überein[7]).

[6]) *Wiedem. Ann. XXIII, 416; 1888;* diese Ztschr. *II, 190.*

[7]) Das Vorliegende ist der Inhalt eines von mir im Dezember 1897 zu Amsterdam gehaltenen Vortrages und ist holländisch erschienen im *Maandblad voor Natuurwetenschappen von Februar 1898.* Nachdem fand ich in den *Beibl. zu Wied. Ann. 1898 S. 240,* dafs auch Webster (Über ein Mittel zur Erhaltung einer constanten Winkelgeschwindigkeit, *Sill. Journ. 1897*) auf der Achse eines Motors, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit geprüft werden soll, ein schiefes Spiegelchen angebracht hat. Herr Webster setzt die Drehung dieses Spiegelchens zusammen mit der Schwingung eines an einer Stimmgabel angebrachten Spiegelchens.

Versuche über die Verbrennung von Metallen.

Von

O. Ohmann.

Die in dieser Zeitschrift *X 174* 5b gegebene Versuchsanordnung — zur Vergleichung ist in Fig. 1 die dortige Figur 5 noch einmal beigefügt — hat sich mit der weiter unten beschriebenen Vereinfachung für eine gröfsere Reihe von Verbrennungsversuchen in einer Sauerstoffatmosphäre als zweckmäfsig erwiesen. Die Versuche beruhen alle auf der Verwendung der Asbestpappe und der glühenden Stricknadel, des weiteren auf derjenigen Gasfüllungsmethode, wonach die Gefäfse nicht durch Wasser-, sondern durch Luftverdrängung mit Sauerstoff versehen werden. Bei einigen spielt auch noch die Zuführung von Sauerstoff während der Versuchsdauer sowie das Eisenpulver als willkommener Entzünder eine gewisse Rolle. — Ebenso kann der a. a. O. S. 171, 3b beschriebene Versuch (Erhitzung von Eisenpulver auf Asbestpappe) als typisch gelten für eine Reihe von Verbrennungsversuchen in der Luft, die gleichzeitig hier mitgeteilt werden sollen. — Eine Vereinfachung des Verfahrens der ersten Reihe führt schliefslich zu einer dritten Reihe von Oxydationsversuchen. — In besonderem Mafse gelangen bei den Versuchen die Metalle als Metallpulver zur Anwendung.

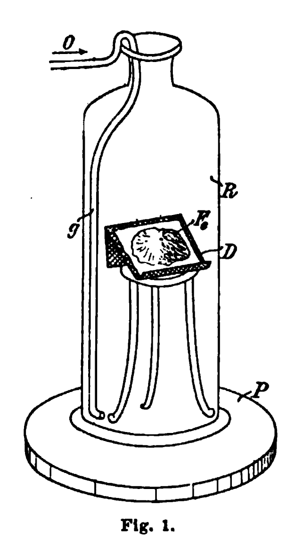


Fig. 1.

In methodischer Hinsicht sei bemerkt, dafs die Versuche der zweiten Reihe bei der Untersuchung der atmosphärischen Luft, da wo es sich um die Gewinnung von Metallkalken oder Metallaschen handelt, Verwendung finden können; streng genommen kommen hierfür nur die ersten drei oder vier Versuche in Frage, da die Luftuntersuchung sich am besten nur auf einzelne schwere Metalle stützt. Die Versuche mit den leichten Metallen finden demnach erst ihre Stelle, sobald der Lehrgang bei dem betreffenden Metall anlangt. — Die Versuche der ersten und dritten Reihe, wenigstens die mit den schweren Metallen, werden beim Abschlufs der Luftuntersuchung vorgenommen, wenn es sich darum handelt, nachzuweisen, dafs die Verbrennung eines Metalles in Sauerstoff mit viel gröfserer Energie erfolgt, und überhaupt, das Wesen dieses Gases näher kennen zu lernen. Sie bilden eine Ergänzung zum Uhrfederversuch, der sonst als einziger Metallverbrennungsversuch vorgenommen zu werden pflegt.

I. Verbrennungsversuche in Sauerstoff.

Die oben berührte Vereinfachung der durch Fig. 1 veranschaulichten Versuchsanordnung besteht darin, dafs statt des Recipienten *R* ein gewöhnliches cylindrisches oder rechteckiges Standglas (Fig. 2) verwendet wird — z. B. das kräftige Becherglas eines gröfseren Bunsenschen Elementes. Mit Vorliebe gebraucht Verf. ein kräftiges Glasgefäfs von rechteckigem Querschnitt (Grundfläche 15 cm × 11 cm, Höhe 22 cm), mit plangeschliffenem oberen Rande. Auf dem Boden dieses Gefäfses werden eine oder zwei Platten von mittelstarker (2—3 mm dicker) Asbestpappe (*A*, Fig. 2) ausgebreitet (statt dessen kann man auch eine Lage Sand einschütten). Auf dieser Schutzplatte kommt das die Substanz aufnehmende Demonstrier-Gestell (*D*) zu stehen: eine ausgeglühte Asbestpappe, der man die aus beistehender Figur (3) ersichtlichen

Biegungen erteilt; die Dimensionen dieses Gestelles seien so gewählt, dafs es bequem mit der Hand aus- und eingeführt werden kann; der Rand der Rinne *b* kommt gegen die vordere, die Fläche *c* gegen die hintere Gefäfswand zu liegen; die Breite ist mehrere Finger breit geringer als die Breite des Gefäfses. Zur Bedeckung dient eine

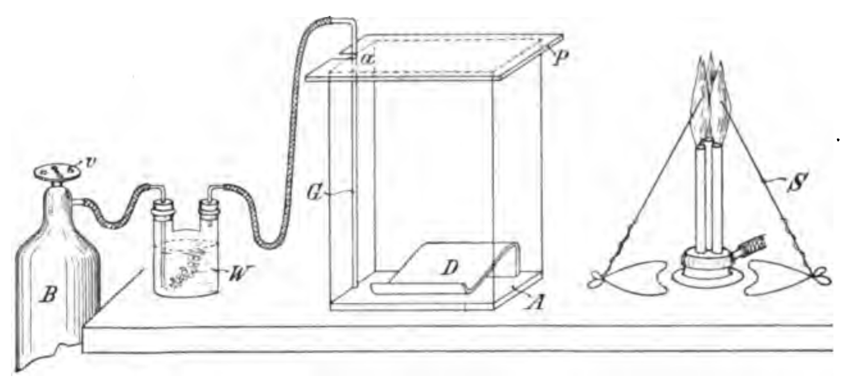


Fig. 2.

Glasplatte *P*, die bei *a* einen kleinen Ausschnitt hat zur Aufnahme der Glasröhre *G*, welche bis auf den Boden reicht. Die Füllung mit Sauerstoff geschieht einfach mittels dieser Röhre, indem die Luft allmählich verdrängt wird. Die Dichtedifferenz zwischen Sauerstoff und Luft (1,43—1,29) reicht vollständig hin, um die Füllung glatt zu vollziehen; der an die Fugen des Ausschnittes *a* (oder an einen durch Verschiebung hergestellten feinen Spalt) gehaltene glimmende Spahn wird erst entflammt, sobald die Füllung vollendet ist.

Als Sauerstoffquelle dient eine Bombe (*B*) mit dem comprimierten Gase. Letzteres wird nicht direkt in das Gefäfs *G* geleitet, sondern tritt erst in eine kleine Woulfsche Flasche (*W*), so dafs man die Stärke des Gasstromes beobachten und mit dem Radventil (*v*) genügend regeln kann. Man wende einen ziemlich kräftig sprudelnden Gasstrom an, der ein Gefäfs obiger Dimensionen in etwa 20 Sekunden füllt (die geringen Gasverluste bei dieser Füllungsmethode können pekuniär keine Rolle spielen, da ein Liter des Gases nur ca. 1 Pfennig kostet). Beim Abstellen des Ventils schliefst man nicht völlig, sondern läfst andauernd bis zur Entzündung noch einen ganz geringen Gasstrom (etwa 2 Gasbläschen pro Sek.) austreten, um den schwachen Verlust durch Diffusion auszugleichen. Das Zuführungsrohr *G* kann unter diesen Umständen bei allen Versuchen im Gefäfs verbleiben, so dafs man es jederzeit in der Hand hat, während der Verbrennung selbst durch weiteres Öffnen des Ventils die verbrauchte Menge Sauerstoffs — die meistens nicht unbeträchtlich ist — sofort zu ersetzen, und überhaupt, einen stärkeren Gasstrom auf die eingeführte Substanz selbst zu leiten.

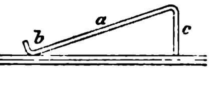


Fig. 3.

Im einzelnen vollzieht sich ein Verbrennungsversuch in folgender einfachen Weise. Man schütte auf das herausgenommene Asbestgestell *D* — auf die Mitte der Fläche *a* Fig. 3 — eine geeignete Menge der Substanz; von Metallpulvern genügen meist wenige Gramm. Öfters ist es nützlich, eventuell nur als Reserve, eine Messerspitze Eisenpulver an einer Stelle des Randes der Masse anzufügen; ersteres wird immer mit Sicherheit entzündet — selbst durch die nicht mehr sichtbar glühende Stricknadel — und überträgt dann durch die entstehende Wärme die Entzündung auf die Masse. Nachdem das Gestell vorsichtig wieder eingebracht ist, füllt man das Gefäfs mit Sauerstoff, wie oben beschrieben. Hierauf führt man eine der bereitstehenden glühenden Stricknadeln (*S*) durch einen wenige mm breiten dreieckigen

Spalt, den man durch Verschieben der Platte, etwa bei *P*, herstellt, in das Gefäfs ein, berührt damit die Substanz bezw. das Eisenpulver und öffnet das Ventil etwas mehr.

1. Kupferpulver. Man schütte 5—10 g Kupferpulver — Cuprum reductum; statt des käuflichen, das zuweilen nicht ganz kupferrot ist, kann man mit Vorteil das aus dem Kupferoxyd mittels Wasserstoff gewonnene verwenden — auf und breite es ein wenig aus. Es entsteht nach dem Entzünden ein mildes Glühen, das sich über die ganze Masse fortsetzt.

2. Zinkpulver. Man nehme eine gröfsere Menge, 10—15 g Zinkpulver oder Zinkstaub — ein billig käufliches Produkt, dessen geringer Gehalt an Oxyd und zuweilen Cadmium die Verwendbarkeit nicht in Frage stellen kann —, gebe jedoch die Messerspitze Eisenpulver hinzu, für den Fall, dafs das Zink nicht sogleich entzündet wird. Das Metall verbrennt unter glänzender Lichterscheinung, die noch beträchtlich gesteigert wird, wenn man aus dem Glasrohr *G*, mit dem man von aufsen genügend hantieren kann, weiteren Sauerstoff direkt auf die Masse leitet.

3. Bleipulver. Man erhält, da Bleipulver nicht käuflich ist, durch Reiben von compaktem Blei, z. B. eines Stückes Bleirohr auf einem feineren Reibeisen oder einer gröberen Feile, bald eine genügende Menge pulverähnlichen Metalles. Man bringe nun in den unteren Teil der Fläche *a* (Fig. 3) bis zur Rinne *b* eine gröfsere Menge Eisenpulver (etwa $1/3$ der Bleimasse) in Form eines der Rinne parallelen Streifens, oberhalb dessen man das Blei appliziert, so dafs diesem in der ganzen Länge des Streifens die Möglichkeit gegeben ist, sich zu entzünden. Sobald sich der Prozefs auf das Blei fortsetzt, leitet man aus der Glasröhre andauernd einen ziemlich starken Strom Sauerstoffs auf die glühende Masse, welche schmelzend nachfällt. Der Glühprozefs ist eigentümlicher Art, da das sich langsam bildende Oxyd — beim Erkalten zeigt sich gelbliche Bleiglätte — gemäfs seiner leichten Schmelzbarkeit sich zu einer glühend bleibenden, brodelnden Masse zusammenballt. Die Wärmeentwickelung ist eine sehr starke; man operiere vorerst nicht mit zu grofsen Massen, verwende wenigstens zwei Schutzplatten und schütze noch die Vorderwand.

4. Eisenpulver. Der Versuch ist bereits in d. Zeitschr. *X 174* Versuch b angegeben. Man verwende etwa 15 g Ferrum pulveratum und steigere die Erscheinung durch Aufleiten von Sauerstoff.

5. Eisen als Uhrfeder. Der gleichfalls d. Zeitschr. *X 173* angegebenen Abänderung des Uhrfederversuches sei noch die folgende Verbesserung zugefügt. Man mache das Ende der Uhrfeder, nachdem man durch einfaches Abbiegen eines Stückchens einen frischen Bruch hergestellt hat, durch ein paar Striche mit einem kräftigeren Magneten magnetisch und tauche es in Eisenpulver, so dafs ein ansehnlicher Bausch daran hängen bleibt, der dann in Sauerstoff entzündet wird. Hiermit ist die letzte Unklarheit — das Benutzen von Fremdkörpern, wie Feuerschwamm, Plastilina — aus dem Versuch entfernt, so dafs er sich von Anfang an nur zwischen den beiden Elementen Eisen und Sauerstoff abspielt. — Zum Bedecken verwendet man hier eine möglichst glatte, ungeglühte Asbestpappe, A_1 (Fig. 4), in der oben ein Federmesserschlitz für die Uhrfeder gemacht ist, die durch eine Scheibe Kork, *K*, genügend gehalten wird. Beim Einführen der Stricknadel gebe man acht, dafs nur ein Ausläufer des Eisenpulvers berührt wird, damit nichts von dem Bausch abfällt.

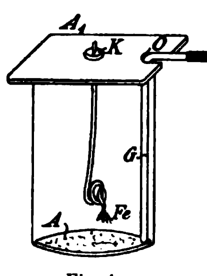


Fig. 4.

6. Zinnpulver. Man verwende 5 bis 10 Gramm des Metalles — der pulverförmige Zustand ist nicht sehr ausgeprägt — und füge, jedoch nur zur Reserve, ein

wenig Eisenpulver hinzu. Die Verbrennung ist eine lebhafte, sie wird durch Aufleiten eines kräftigeren Stromes Sauerstoff zu einer glänzenden Erscheinung. Die entwickelte Wärme ist ebenfalls sehr grofs, so dafs es angezeigt ist, die beim Blei erwähnten Cautelen zu beobachten.

6a. Stanniol. Etwa 1 dm^2 dünnen Stanniols wird zusammengeballt und in einer Vertiefung etwas Eisenpulver appliziert. Nach dem Entzünden schmilzt das Metall und gerät beim Aufleiten von Sauerstoff in lebhaftes Glühen.

7. Aluminiumfolie. Dem d. Ztschr. *X 174* erwähnten Versuch sei nur hinzugefügt, dafs es genügt, an einer exponierten Stelle blofses Eisenpulver beizugeben.

7a. Aluminiumpulver. Man verwende nur etwa 2 g, gebe ein wenig Eisenpulver heran und entzünde im Sauerstoff. Die Reaktion ist eine überaus lebhafte und glänzende, besonders auch hinsichtlich der Wärmeentwicklung; auch stärkere Asbestpappe wird regelmäfsig durchgebrannt.

8. Magnesiumpulver. Man verwende gleichfalls nur 2 g, Eisenpulver ist nicht erforderlich. Der Versuch verläuft ähnlich glänzend wie der vorige. Auch auf die Masse gelegtes Magnesiumband gelangt zum Abbrennen. Die Rauchentwicklung ist stark.

9. Natrium und Kalium. Ein erbsengrofses Stück des Metalles wird durch eine einzelne Stricknadel nicht zur Entzündung gebracht, trotz einzelner kleiner Fünkchen. Die Masse gerät ins Schmelzen; die zweite eingeführte Nadel führt gewöhnlich zum Ziel. Das meiste Metall verpufft in den Raum. Kalium verhält sich analog dem Natrium. Die violette Farbe kommt gut zum Ausdruck.

Auch noch auf andere Stoffe läfst sich das angegebene Verfahren ausdehnen, z. B. auf Antimon und Wismut. Besonders führt letzteres, in einem bohnengrofsen Stück verwendet, zu einer glänzenden Erscheinung.

Auch Blattmetalle können nach diesem Verfahren oxydiert werden. So wird z. B. Blattkupfer, das man ein wenig zusammengedrückt und an einer Stelle mit Eisenpulver versehen hat, entzündet und verbrennt in einem Bruchteil einer Sekunde.

II. Verbrennungsversuche in der Luft.

Die ersten dieser Versuche sind in methodischer Hinsicht noch wichtiger als die entsprechenden Sauerstoffversuche. Dafs sie alle ungemein einfach anzustellen sind, dürfte kein Mangel sein. Eine kräftige ausgeglühte Asbestpappe — der man noch die in Fig. 3 angedeutete Biegung erteilen oder sonstwie eine etwas geneigte Lage geben kann — wenigstens von der Gröfse, dafs weder die Flamme noch die Verbrennungsgase herüberschlagen können, ein Dreifufs und ein kräftiger Brenner bilden die ganze Zurüstung. Manche der Versuche lassen sich noch gut zur Beobachtung der Gewichtszunahme verwenden. — Der Versuch mit Eisenpulver, der wichtigste der ganzen Reihe, wurde in verschiedenen Formen bereits d. Ztschr. *X 170* ff. mitgeteilt.

10. Zinkpulver. Man bringe etwa 20 g auf die Asbestpappe, ohne die Masse sehr stark auszubreiten. Da sich mit der Stricknadel allein das Metall nicht sicher zur Entzündung und zum Abbrennen bringen läfst, so beginnt man gleich mit dem Erhitzen. Erst nach längerer Zeit zeigt sich am Rande ein Aufglühen, das dann ziemlich lebhaft die ganze Masse ergreift. (Beiläufig sei bemerkt, dafs das Glühen durch Anblasen besonders verstärkt wird, so dafs dies eine nützliche Ergänzung des d. Ztschr. *X 172* angeführten Versuches mit Eisenpulver darstellt.) Im Innern ist

noch viel unverbranntes Metall; nimmt man eine Stricknadel oder dergl. und zerteilt die Masse fortdauernd, so entstehen die bekannten schön gefärbten Flammen, die sich sonst bei dem mit dem lästigen Abschmelzen und Abfallen verbundenen Verbrennen von Zinkspänen zeigen. Die Flammen treten besonders schön und lange Zeit hindurch auf, wenn man mit dem Durchrühren der Masse schon beginnt, sobald das erste Aufglimmen stattfindet. Das Aussehen des Produktes erklärt sinnfällig die Entstehung des Wortes Metallkalk. Die Gewichtszunahme ist deutlich und insofern überzeugend, als bei der Rauchentwicklung ziemlich viel Material verloren geht.

11. Kupferpulver. Die Verkalkung von etwa 10 g etwas ausgebreiteten Kupferpulvers läfst sich in kürzester Zeit bewirken, wenn man wie beim Zink erhitzt; es bildet sich ein gleichmäfsig schwarzes Pulver. Zuweilen läfst sich ein schwaches Auftreten von Verbrennungswärme beobachten. Dafs die Erscheinung anders verläuft wie beim Zink, entspricht der geringeren Bildungswärme des Kupferoxydes, die noch nicht halb so grofs ist wie die für Zinkoxyd.

12. Zinnpulver. 10 bis 15 g des ausgebreiteten Metalles, etwa 1 Minute lang erhitzt, entzünden sich und geben unter mäfsiger Rauchentwicklung und schwachem Glühen die Metallasche.

13. Aluminiumpulver. 3 bis 5 g des aufgeschütteten Metalles entzünden sich meist nach etwa 2 Minuten langem Erhitzen. Das Glühen ist zunächst ein dunkleres, rötliches, bis an einer Stelle eine überaus blendende Lichterscheinung durchbricht und nun die ganze Masse langsam ergreift. Die entstehende Hitze ist eine aufserordentliche, die Asbestpappe wird auch hier regelmäfsig durchgebrannt. Die Gewichtszunahme ist überraschend grofs, da sie etwa ebensoviel beträgt wie das Gewicht der ursprünglichen Masse.

14. Magnesiumpulver bedarf nicht des Erhitzens, da es sich mit der glühenden Stricknadel entzünden läfst und abbrennt (vergl. d. Ztschr. *XI 136*). Erhitzt man es jedoch, so entzündet es sich ebenfalls nach kurzer Zeit von selbst.

15. Natrium und Kalium. Erhitzt man ein erbsengrofses Stück Natrium, so zerschmilzt es nach kurzer Zeit und richtet sich zur Kugel empor, die aber nicht, wie im Porzellantiegel oder sonstwie erhitzt, unter Erglühen langsam abbrennt, sondern in einem bestimmten Momente fast ganz verpufft — eine Art chemischen Analogons zum Leidenfrostschen Phänomen. Mit Kalium verläuft der Versuch in gleicher Weise.

III. Verbrennung von Metallen auf Asbest an der Luft mittelst direkter Zuführung von Sauerstoff.

Bei verschiedenen Versuchen der ersten Reihe war der nachträglich zugeleitete Sauerstoff ein nicht unwichtiger Faktor. Man kann diesen Faktor herauslösen und ohne allgemeine Sauerstoffatmosphäre verwenden und gelangt dann zu einer weiteren Reihe ziemlich wirkungsvoller Erscheinungen.

Man verwendet die unter II. gegebene Zurüstung, wobei man noch die Asbestpappe etwas stärker wählt, besonders wenn man mit nicht zu kleinen Mengen operiert. Das erste Erhitzen der Substanz geschieht entweder durch den untergestellten Brenner oder durch Entzünden des zu Hülfe genommenen Eisenpulvers mittelst der glühenden Stricknadel. Sobald im ersteren Fall die Entzündung auftritt, leitet man den aus einer Messingröhre in ziemlich kräftigem Strome austretenden Sauerstoff auf die Substanz; im letzteren Falle ist es nützlich, den Gasstrom schon sogleich auf die entzündete Eisenpulvermenge zu leiten. — Da bei einzelnen Versuchen ein

ziemlich lebhaftes Sprühen eintritt, so sind Schutzvorrichtungen erwünscht, sowohl eine Schutzwand gegen das Auditorium wie eine gegen den Experimentator hin.

16. Erhitzt man 15 g Eisenpulver auf Asbest, bis das erste Glimmen auftritt, und leitet auf die Stelle einen ziemlich kräftigen Sauerstoffstrom, so entsteht ein intensives Leuchten, meist verbunden mit starkem Sprühen. — Mit Zinkpulver verläuft der Versuch ebenfalls unter lebhaftem Glanz. — Auf ähnliche Weise kann man mit Zinn, Kupfer, Wismut u. s. w. verfahren; beim Wismut, das man auf horizontal liegender Asbestpappe behandelt, tritt ein besonders starkes Sprühen, ein Ablösen der bekannten springenden Wismutkügelchen auf.

Alle Versuche verlaufen je nach der Stärke des Sauerstoffstromes unter lebhaftester Licht- und Wärmeentwicklung. Sie scheinen zu zeigen, dafs die Intensität der Energieäufserung bei der Oxydation eine einfachere Funktion der in der Zeiteinheit zugeführten Menge Sauerstoffs ist.

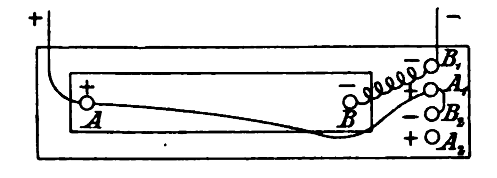
Eine Akkumulatorenanlage für kleinere Anstalten.

Von

K. Maafs zu Küstrin.

Die Akkumulatoren haben sich als eine so bequeme und sichere Stromquelle erwiesen, dafs sie, wie mehrfache Mitteilungen in der Zeitschrift bezeugen, sich immer mehr einbürgern. Im Folgenden erlaube ich mir eine Beschreibung der Akkumulatorenanlage unseres Gymnasiums zu geben, die zwar nicht so weitgehenden Ansprüchen wie die der Oberrealschule zu Wiesbaden (diese Zeitschr. *X 145*) genügt, aber für kleinere Anstalten ausreichend sein dürfte.

Die Anlage durfte bei unserm beschränkten Raum nur wenig Platz einnehmen; sie sollte möglichst vielseitig, namentlich auch zur Erzeugung von Bogenlicht zu Projektionszwecken verwendbar sein. Um die nötige Spannung zu gewinnen, wurde die Batterie aus 20 Zellen, die sich als ausreichend erwiesen haben, zusammengesetzt. Die Zellen zerfallen in 2 Gruppen, und zwar 8 Zellen vom Typus D, zu je 18 A.-St. Kapazität und 12 vom Typus X, zu je 4 A.-St. von der Berliner Akkumulatorenfabrik vorm. W. A. Boese & Co. Die 8 gröfseren Zellen nehmen die beiden unteren Fächer, die 12 kleineren das obere Fach des Schrankes ein, so dafs die gröfseren Zellen für sich eine Batterie bilden, die mittels einer Gülcherschen Thermosäule geladen wird. Zu dem Zwecke ist oben auf dem Schranke ein Weinholdsches Pachytrop angebracht zur Parallel- und Gruppenschaltung. Diese Batterie wird fast ausschliefslich zu Versuchen benutzt und nur, wenn höhere Spannung notwendig wird, treten die kleinen Zellen hinzu.



Um bei der Ladung derselben ein gröfseres Pachytrop und viele Drahtleitungen zu vermeiden, sind die Zellen in zwei auf Spannung geschaltete Sätze zu je 6 Elementen zerlegt und die Polklemmen in die Deckplatte des Schrankes neben dem Pachytrop eingelassen. Es ergiebt sich so, von oben gesehen, folgende Anordnung:

Sind A und B die Polklemmen des Pachytrops, A_1 und B_1 die der ersten, A_2 und B_2 die der zweiten kleinen Batterie, so wird zur Ladung A mit A_1 durch einen Kupferdraht, B mit B_1 durch eine Nickelinspirale verbunden, deren Länge so bemessen ist, dafs die Stromstärke $^1/_2$ Ampère beträgt, wobei natürlich die Hauptbatterie als die stromgebende auf Spannung geschaltet ist. Ebenso wird die andere kleine Batterie geladen. Da bei dieser geringen Stromstärke die Kapazität der grofsen Batterie das 7—8fache von der der kleinen beträgt, so ist die Ladung mit Leichtigkeit zu bewirken, ohne dafs die Hauptbatterie eine erhebliche Einbufse erleidet. A_1 und B_2 werden durch ein kurzes bereitliegendes Drahtstück verbunden.

Die beiden Klemmen A und B_1 sind dauernd in Verbindung mit der Leitung, die einerseits zum Experimentiertisch, andererseits zur Thermosäule führt. Für den gewöhnlichen Gebrauch der Hauptbatterie ist B mit B_1 durch einen Kupferdraht verbunden; soll Bogenlicht benutzt werden, so ist nur der Draht von B_1 nach A_2 umzulegen.

Das Bogenlicht liefert eine Lampe Körtingscher Construktion. Dabei benutze ich Kohlen von 3 und 5 mm Durchmesser. Durch entsprechende Einregulierung der Lampe und Vorschaltewiderstand (durch einen in die Leitung eingefügten Kurbelrheostaten bewirkt) läfst sich die Stromstärke auf etwa 2—2½ Amp. herabsetzen. Die Lampe brennt dann ruhig und liefert scharfe und helle Projektionsbilder. Zur Projektion wird ein älteres Stöhrersches Skioptikon verwandt, aus dem die alte Petroleumlaterne entfernt und welches durch Durchschneiden der oberen Decke zum Einsetzen der Lampe eingerichtet ist. Lampe und Einrichtung des Skioptikons sind besorgt von J. C. Hauptmann & Co. in Leipzig.

Bei der Erzeugung von Bogenlicht werden freilich die kleinen Zellen stark beansprucht; doch ist in Betracht zu ziehen, dafs die Projektionen sich meist nur auf einzelne Versuche oder Photogramme beziehen, worauf gröfsere Ruhepausen folgen. Versuche haben ergeben, dafs die Ladung etwa für eine Stunde ausreicht. Die kleinen Zellen, von denen die Hälfte seit 2½ Jahr in Gebrauch ist, haben sich trotz viel stärkerer Inanspruchnahme sehr widerstandsfähig erwiesen. Im äufsersten Falle würden einzelne Platten durch neue zu ersetzen sein, was bei dem geringen Preise der Einzelzelle wenig ins Gewicht fällt. Aufserdem werden Ersatzplatten zu ermäfsigtem Preise von der Fabrik geliefert.

Die ganze Anlage nimmt wenig Raum ein und die Handhabung ist sehr bequem. Der Schrank ist mit Schutzkasten für das Pachytrop 1 m hoch, ½ m breit und ¼ m tief. Die Anschaffungskosten belaufen sich mit Ausnahme der Thermosäule auf etwa 200 M.

Kleine Mitteilungen.

Ein Stofsapparat aus Eisenkugeln.

Von Prof. **W. Weiler** in Efslingen.

Mit einer Reihe von 8 bis 10 Eisenkugeln von je etwa 1 cm Durchmesser, die an Doppelfäden so nebeneinander aufgehängt werden, dafs sie dicht aneinander liegen, lassen sich, wenn man an die äufsersten Kugeln lange, sehr biegsame Zuleitungsdrähte aus Litzen lötet, folgende zwei Versuche anstellen, wovon der erstere schon aus älterer Zeit stammt, der andere aber neuen Datums ist.

Läfst man Gleichstrom durch die Kugelreihe fliefsen, so werden die Endkugeln abgestofsen und der kleine elektrische Lichtbogen bleibt bestehen. Es ist dies eine Abänderung des Versuchs von De la Rive oder Ampère, die eine an der Biegung aufgebogene Haarnadel auf zwei getrennten Quecksilberrinnen durch den Gleichstrom verschieben liefsen zum Nachweis dafür, dafs die aufeinander folgenden Teile desselben Stromes einander abstofsen. Da dieser Haarnadelversuch nicht immer gelingt, so hat man ihn so modifiziert, dafs man einen an einem Wagbalken aufgehängten und äquilibrierten Kupferbügel in zwei nebeneinander stehende Quecksilbergefäfse tauchen läfst und den Strom durch diese Quecksilbergefäfse zuführt.

Sendet man aber Wechselstrom durch die Kugelreihe, so zeigt sich auch hier wieder, dafs die Erscheinungen des Gleichstroms von denen des Wechselstroms sich bisweilen sehr unterscheiden; die Kugeln werden nicht abgestofsen; sobald man sie aber nur wenig von einander trennt, erlischt der Lichtbogen sehr schnell. Nach der *E.-T. Z. XIX 191, 1898* ist diese Erscheinung zur Construktion von Blitzschutzvorrichtungen und von Ausschaltern für hochgespannte Wechselströme benutzt worden.

Asbest als Hülfsmittel für den Experimentalunterricht.

Von Dr. **A. Schmidt** in Friedenau.

Im Jahrgang X, S. 169 dieser Zeitschrift hat Herr Ohmann an verschiedenen Versuchen die Verwendbarkeit des Asbests gezeigt, z. B. vorgeschlagen, den bekannten Versuch, bei dem Eisenpulver entzündet wird und durch seine Gewichtszunahme die Menge des aufge-

nommenen Sauerstoffs anzeigt, so auszuführen, dafs man das Eisenpulver auf ausgeglühte Asbestpappe schüttet; man kann dabei ohne weiteres Mengen von 30 g und mehr verwenden und erhält nach der Verbrennung nicht nur einen Ausschlag der Wage, sondern mufs mehrere Grammstücke auflegen, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Wer darauf hin mit Asbestpappe arbeitet, wird bald die Mannigfaltigkeit ihrer Brauchbarkeit erkennen. Darum dürfte es vielleicht für manche Kollegen eine willkommene Anregung bieten, weitere Versuche kennen zu lernen, die sich hiermit ausführen lassen. Vorweg seien 2 Bezugsquellen angegeben: Asbestos (Günther), Berlin S., Brandenburgstr. 56 und Warmbrunn & Quilitz, Berlin C., Rosenthalerstr. 40. Der Stoff kommt in den Handel als Asbestpappe, -papier, -wolle und -faden. Der Preis ist mäfsig, eine Tafel Pappe von 1 qm Fläche kostet beinahe nur ebensoviel Mark, wie sie Millimeter dick ist, also solche von 1,5 mm Dicke 1,50—2,00 M. Diese Stärke reicht völlig aus.

Zu chemischen Versuchen schneidet man sich Stücke von passender Gröfse oder nimmt Schalen aus solcher Pappe, die Warmbrunn & Quilitz für 0,30 M. bis 0,50 M. anzeigen. Die Bildung von Schwefeleisen, die sonst stets ein Reagierglas kostete, verläuft in solcher Schale sehr glatt mit der Bildung einer schwachen Flamme. Um Schwefelkupfer zu bilden, hängt man einige Kupferspähne an einem dünnen Asbestfaden in Schwefeldampf, die Bildung des Sulfids geht in wenigen Minuten vor sich und man hebt dann das Schwefelkupfer an dem Faden heraus. Magnesiumpulver und Schwefelblumen können in derselben Asbestschale gemischt und dann entzündet werden. Die Verbindung erfolgt mit schwacher Explosion, die das Schwefelmagnesium umherschleudert.

Um die Sauerstoffabgabe des geschmolzenen Salpeters zu zeigen, kann man auf das in einer Porzellanschale geschmolzene Salz Holz oder Papier werfen. Streut man aber z. B. Eisenpulver darauf, so zerspringt die Schale in der Regel. Dagegen kann man den geschmolzenen Salpeter auf ein Stück zusammengefaltete Asbestpappe giefsen. Will man ihn in der Asbestschale schmelzen, so mufs man von oben erhitzen und dann das Eisenpulver hinzufügen.

Um Reduktionen auszuführen, setzt man in eine Verbrennungsröhre Porzellanschiffchen oder schüttet z. B. $Cu\,O$ ohne weiteres hinein und leitet H darüber. Eine Wägung vor und nach dem Glühen im H-Strom zeigt die Gewichtsabnahme. Auch hier leistet Asbest ausgezeichnete Dienste. Schiffchen biegt man ohne weiteres aus passend geschnittenen Stücken dünner Pappe (die zur Not noch einmal gespalten wird). Ebenso kann man aus gespaltener Asbestpappe oder aus Asbestpapier Röhren rollen, sie mit Asbestfaden umschnüren und die Enden mit Asbestwolle oder zerfaserter Asbestpappe lose verstopfen. Wird $Cu\,O$ in solcher Asbeströhre reduziert, so braucht man bei der Wägung das tote Gewicht der Glasröhre nicht mit zu wägen, sondern kann sich auf die (an einem Stück Asbestfaden herauszuziehende) Asbeströhre beschränken.

Neben diesen chemischen Versuchen habe ich die Asbestpappe mit vielem Vorteil bei der Spektralanalyse benutzt. Eine Salzperle an einem Platindraht in die Flamme des Bunsenbrenners zu halten, ohne dafs sie abschmilzt, ist nicht leicht. Diese Schwierigkeit umgeht man, wenn man auf ein Stück Asbestpappe eine Messerspitze des pulverisierten Salzes schüttet, mit der linken Hand die Pappe, mit der rechten den Brenner fafst und die Flamme nun von oben so darauf richtet, dafs man die gefärbte Flamme erhält. Diese kann dann leicht so vor den Spalt gehalten werden, dafs man die Linien gut sieht. Freilich ist die nötige Salzmenge gröfser als die homöopathische Dosis am Platindraht; aber die vorgeschlagene Einrichtung ist nicht so kostspielig, wie man glauben möchte. Chlorsaures Kali und Chlorcalcium hat man so wie so in gröfserer Menge vorrätig, von Lithium chloratum kosten 100 g 2,30 M., bei den andern Salzen, die man wohl demonstriert, sind die Preise z. T. erheblich geringer. (Kupfer verwendet man am besten in schmalen Streifen, von denen man ein Bündel mit der Zange in ein Gläschen mit Salzsäure taucht und dann in die Bunsenflamme hält.)

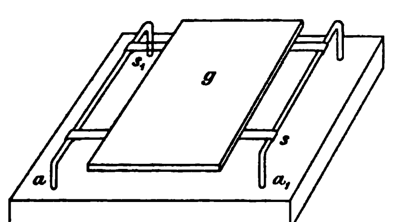
Diese Angaben dürften schon genügen, um zu zeigen, was für ein wertvolles Hülfsmittel Asbest im physikalischen und chemischen Unterricht sein kann. Wer damit arbeitet,

wird bald neue Möglichkeiten der Verwendung dieses Stoffes entdecken. Zum Schlufs sei noch erwähnt, dafs Asbestpappe ein guter Ersatz für die Korkstücke an eisernen Stativen und Haltern ist, die beim Erhitzen sehr leicht verkohlen.

Für die Praxis.

Die Funkentelegraphie in der Schule. Von H. Pflaum zu Riga. Um das Wesen der Marconischen Telegraphie mittels elektrischer Wellen im Unterrichte zu zeigen, kann man sich folgender einfachen Vorrichtung bedienen. Als Geber oder „Strahlapparat“ kann ein Henleyscher Entlader verwendet werden, wie solcher wohl in jedem physikalischen Kabinette vorhanden ist. Man läfst die Funken des Induktoriums auf die Drähte des Ausladers überspringen, nachdem dessen Kugeln in einer entsprechenden geringen Entfernung festgestellt worden sind. Die hierbei zwischen den Kugeln überspringenden Funken vermitteln eine elektrische Strahlung, die ihre Wirkung auf eine Entfernung von mehreren Metern deutlich ausübt, so dafs man in einem entfernten Teile des Lehrsaals den Empfänger aufstellen kann. Als solcher ist ein Funkenmikrometer mit Erfolg zu verwenden, dessen Kugeln ja leicht in beliebig geringe Entfernung gebracht werden können. Zwischen diese Kugeln klemmt man ein Stückchen steifes Papier und streut darauf soviel Kupferfeilicht, dafs die Lücke zwischen den Kugeln vollkommen ausgefüllt wird. (Vgl. diese Zeitschr. *X 170.*) Ist nun mit dem Funkenmikrometer ein galvanisches Element und eine elektrische Klingel verbunden, so ertönt letztere, sobald man das Induktorium in Thätigkeit setzt. Unterbrechen kann man das Klingeln durch schwache Erschütterung und so den Versuch einigemal wiederholen. Ist der Empfänger z. B. auf einem an der Wand befestigten Brette aufgestellt, so genügt es bei hinreichend empfindlicher Einstellung, dieses mit der Hand leicht zu berühren, um sofortige Unterbrechung des Stromes zu bewirken. Statt des Henleyschen Entladers kann man als Strahlapparat auch zwei auf Glassäulen befestigte und gegen einander verschiebbare Verteilungsconduktore gebrauchen. Ja es würde hinreichen, zwei gröfsere Messingkugeln auf Siegellackstangen zu befestigen und in entsprechende Entfernung von einander zu bringen.

Seide als Isolator bei Versuchen über Reibungselektrizität. Von Prof. Looser in Essen. Jeder Physiker wird den Schwierigkeiten bei Influenz- und andern Versuchen begegnet sein, welche infolge mangelhafter Isolation durch Glasfüfse u. s. w. sich ihm entgegenstellen. Schreiber dieses benutzt seit Jahren Seide als Isolator und hängt beispielsweise die beiden zum Influenzversuche dienenden Kugeln an Seidenbändern nebeneinander leicht verschiebbar über einen horizontal in ein Stativ geklemmten Glasstab. Das wäre an und für sich nichts Neues; weniger bekannt dürfte aber sein, dafs die beste, jedenfalls am einfachsten hierfür zu erlangende Seide gebrauchte gelbe Cigarrenbänder sind, d. h. solche, welche schon mit dem Tabak lagerten. Um nicht auf die verhältnismäfsig kurzen Stücke angewiesen zu sein, bestellte sich Verfasser genau dasselbe Band aus einer Fabrik; die gelieferte Sorte, sowie andere von Schülern mitgebrachte Proben hatten indessen nicht die Isolierfähigkeit wie die aus den Cigarrenkisten entnommenen Bänder. Ein Isolierschemel für den Experimentiertisch läfst sich in folgender Art leicht construieren. Man bringt 2 Glasstäbe in der Form $a\,a_1$ und befestigt dieselben, wie in der Figur ersichtlich, in ein Brett. Darüber spannt man 2 Seidenbänder $s\,s_1$ und legt darauf eine (etwas erwärmte) Glasplatte. Zwei solche kleine Schemel thun für viele Zwecke, z. B. Influenzversuche, vortreffliche Dienste. Bei dem Nachweis der freien E. bei Entladung der Kleistschen Flasche setzt man dieselbe einfach auf den Schemel und kann nun wie üblich die innere bezw. äufsere Belegung mit 2 Pendelpaaren bezw. Elektroskopen verbinden, die man ebenfalls auf solche Schemel setzt.



Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein neuer Kreiselapparat wird von J. Wanka (*Vierteljahrsber. d. Wiener Vereins z. Förd. d. phys. u. chem. Unterr III, 17*) beschrieben. Die Vorrichtung besteht aus zwei vollkommen gleichen Kreiseln von mäfsigen Abmessungen, deren Achsen in den einander gegenüber stehenden Lagern eines Ringes (Fig. 1) laufen. Jeder Ring besitzt 2 Zapfen *B* und *C*, mit denen er in ein halbkreisförmiges Verbindungsstück eingespannt werden kann. Jeder der Kreisel kann also in drei Hauptlagen befestigt werden. Als erste sei die bezeichnet, bei der der Zapfen *B* in eine Bohrung des geschlitzten Endes des Verbindungsstücks gesteckt ist; die zweite Hauptlage ergiebt sich beim Einstecken des Zapfens *C*, wenn die Kreiselachse senkrecht zur Ebene des Verbindungsbügels steht, die dritte Hauptlage erhält man durch Drehung der Kreiselachse in der zweiten Hauptlage um den Zapfen *C* um 90°. Die drei Lagen der Kreiselachse stehen also aufeinander senkrecht. Der Verbindungsbügel trägt in der Mitte die mit Gegenmutter versehene Stellschraube *A*, mit deren Spitze der Apparat auf das ausgehöhlte Ende eines Fufsgestells aufgesetzt wird. (Fig. 2.) Mit Hülfe der Stellschraube kann

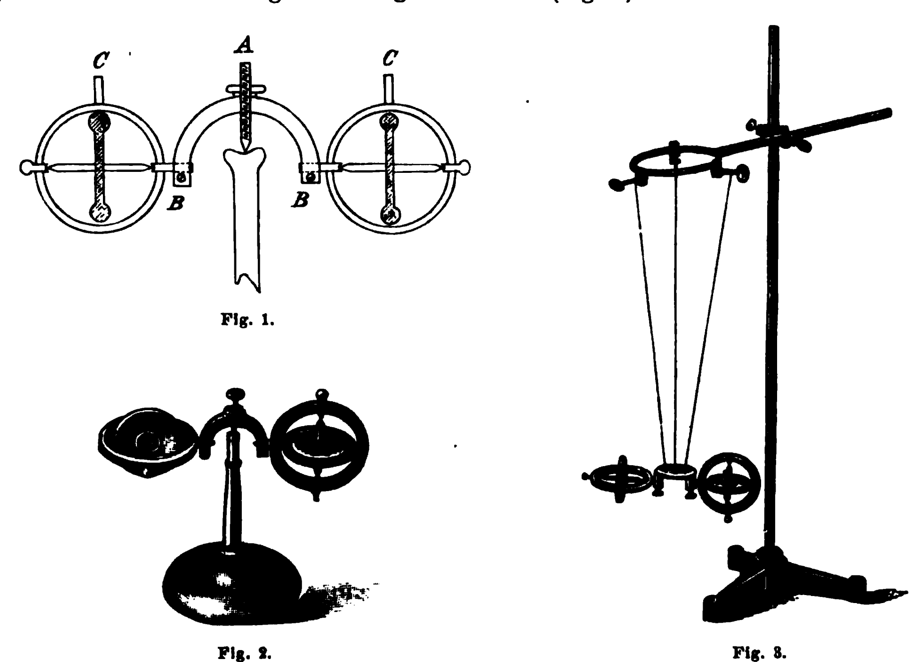


Fig. 1.

Fig. 2. Fig. 3.

der Abstand des Unterstützungspunktes vom Schwerpunkte beliebig geändert werden. Für gewisse Versuche werden die zwei Kreisel statt in den Verbindungsbügel in ein gerades Verbindungsstück eingespannt. Durch drei gleich weit von einander abstehende Durchbohrungen dieses Stückes sind die Fäden einer Dreifaden-Aufhängung (Fig. 3) gezogen. Der Apparat gerät also, wenn er nach Verdrehung jener Fäden sich selbst überlassen wird, in Torsionsschwingungen um eine lotrechte Achse. Den vollständigen Apparat liefert die Firma Lenoir & Forster zu Wien, IV. Waaggasse 5, für 30 fl.

Bei beiden Anordnungen (Fig. 2 und 3) hat der Apparat eine wagrechte Gleichgewichtslage; bringt man ihn aus dieser heraus, so gerät er in Schwingungen. Von den unendlich vielen wagrechten Schwingungsachsen sind zwei die wichtigsten: die eine in der Richtung der Bohrungen des Verbindungsstücks, die andere senkrecht dazu. Die erstere werde als die lange, die andere als die kurze Achse bezeichnet. Um bei der Anordnung Fig. 2 die Kreisel bequem abziehen zu können, wird die Vorrichtung vom Fufsgestell abgenommen und auf eine geeignete Holzunterlage gesetzt. Mit dem Apparat lassen sich folgende Versuche ausführen (vgl. diese Zeitschr. *IV 76* und *IX 30 u. 128*):

1. Ein Kreisel wird in der ersten Hauptlage abgezogen, der um die kurze Achse geneigte Apparat auf das Fufsgestell aufgesetzt und sich selbst überlassen. Der Präcessionskegel wird um so rascher beschrieben, je kleiner die Winkelgeschwindigkeit des Kreisels wird und je gröfser dessen Neigung gegen die Wagrechte ist. Hält man nach hinreichender Abnahme der Kreiselgeschwindigkeit den Apparat an, so sind die Nutationen wegen ihrer gröfseren Dauer und ihres gröfsern Bogens deutlicher zu beobachten. Die Richtung der Präcessionsbewegung läfst sich sehr einfach umkehren, indem man der Vorrichtung die entgegengesetzte Neigung giebt.

2. Ein Kreisel wird in der zweiten Hauptlage abgezogen und der um die lange Achse geneigte Apparat aufgesetzt. Die Vorrichtung dreht sich unter Beibehaltung der erteilten Neigung um eine lotrechte Achse, dabei beschreibt die Kreiselachse ein einschaliges Rotationshyperboloid, indem sie neben der Bewegung im Präcessionskegel noch eine Parallel-Verschiebung erfährt. Im allgemeinen verläuft der Versuch wie 1, doch ist die Abweichung der Nutationsbewegung von Cycloidenbögen gröfser, auch werden die Nutationen auffallend rascher gedämpft.

3. Der eine Kreisel wird in der ersten und gleichzeitig der andere in der zweiten Hauptlage in Drehung versetzt und der um die kurze Achse geneigte Apparat aufgesetzt. Bei Beginn der Präcessionsbewegung dreht dieser sich um die lange Achse. Unbeschadet der eintretenden Präcessionsbewegung sieht man Schwingungen des Apparates ungestört vor sich gehen, deren Achse parallel zur Achse des Kreisels ist, den die beiden Kreisel zusammen nach dem Parallelogramm der Drehungsgeschwindigkeiten ergeben. Dieser Kreisel hat eine zwischen der ersten und zweiten Hauptlage liegende Achse, wie man aus den beobachteten Schwingungen genau erkennen kann.

4. Bei den Versuchen 1 und 2 war die geneigte Lage der Vorrichtung die Bedingung und die Drehung um die lotrechte Achse die Folge; Versuche mit der Dreifaden-Aufhängung zeigen die Vertauschbarkeit dieser sich gegenseitig bedingenden Erscheinungen. Die beiden Kreisel sind in das gerade Verbindungsstück der Aufhängung an drei Fäden eingespannt. Die Aufhängung wird vielmal verdreht, der eine Kreisel in der ersten Hauptlage abgezogen und der Apparat in wagrechter Gleichgewichtslage sich selbst überlassen. Die Aufhängung macht Torsionsschwingungen um eine lotrechte Achse und der Apparat dreht sich um seine kurze Achse. Je nach dem Drehungssinn neigt sich die Kreiselachse nach oben oder unten. In dem Augenblicke, wo die Aufhängungsfäden vollständig auseinandergedreht sind, hat der Apparat die gröfste Geschwindigkeit und Neigung. Je mehr sich die Fäden in entgegengesetztem Sinne verdrehen, desto geringer wird die Geschwindigkeit und die Neigung des Apparates, der wagrecht steht, wenn die Fäden die entgegengesetzte Verdrehung beginnen. Die Neigung des Apparates geht mit der entgegengesetzten Drehung um die lotrechte Achse auch in die entgegengesetzte über. Wird der Kreisel in der zweiten Hauptlage abgezogen, so neigt sich nach der Verdrehung der Aufhängung der Apparat um die lange Achse. Man beobachtet den Wechsel der Neigung des sich drehenden Kreisels nach oben und unten oder rechts und links etwas günstiger an einer Aufhängung mit drei kurzen Fäden, die nur so weit verdreht wird, dafs sich die Fäden unten berühren.

5. Der eine Kreisel wird in der dritten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung in wagrechter Gleichgewichtslage auf das Fufsgestell aufgesetzt. Sie dreht sich ohne irgend eine Neigung um die lotrechte Achse. Die Drehung hat ihren Grund in der Reibung im unteren Lager der lotrechten Kreiselachse; denn es tritt die entgegengesetzte Drehung ein, wenn man den Ring des Kreisels um seinen Zapfen um 180° dreht. Mit Hülfe dieser Reibungswirkung läfst sich die Umkehrung der Versuche 1 und 2 auch ohne Dreifaden-Aufhängung zeigen. Man zieht den einen Kreisel in der dritten und den anderen in der ersten Hauptlage ab und setzt die Vorrichtung in ihrer wagrechten Gleichgewichtslage auf. Sie dreht sich um ihre lotrechte Achse und neigt sich zugleich um ihre kurze Achse. Wird der eine Kreisel in der dritten und der andere in der zweiten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung wagrecht auf das Fufsgestell gesetzt, so beginnt bei der Drehung um die lotrechte Achse die Vorrichtung sich um die lange Achse zu neigen.

6. Der eine Kreisel wird in der dritten Hauptlage abgezogen und die Vorrichtung um die kurze Achse geneigt auf das Fufsgestell gesetzt. Es neigt sich der Apparat um die lange Achse bei der Aufwärtsbewegung nach der einen und bei der Abwärtsbewegung nach der anderen Seite. Diese Bewegungen setzen sich mit der Drehung um die lotrechte Achse infolge der Reibung zu wellenförmigen Bewegungen zusammen. *H. H.-M.*

---

2. Forschungen und Ergebnisse.

Bestimmung des Verhältnisses $\varkappa$ der spezifischen Wärmen einiger Gase. Von O. Lummer und E. Pringsheim (*Wied. Ann. 64, 555; 1898*). Für ein vollkommenes Gas, das sich vom Druck p_1 auf den Druck p_2 adiabatisch ausdehnt und dessen absolute Temperatur dabei von T_1 auf T_2 sinkt, gilt die Gleichung $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}$. Daraus läfst sich, wenn p_1, p_2, T_1 und T_2 bekannt sind, $\varkappa$ berechnen. Bei den in der physikalisch-technischen Reichsanstalt angestellten Messungen diente ein kugelförmiger Ballon aus Kupfer (etwa 90 Liter) zur Aufnahme des comprimierten Gases. Der Ballon hatte drei Öffnungen. Durch die eine Öffnung trat das Gas aus einer Compressionspumpe in den Ballon ein, eine zweite Öffnung diente als Ausflufsöffnung. Die dritte Öffnung nahm einen Bolometerstreifen, der den einen Zweig einer Wheatstoneschen Brückencombination bildete, in sich auf. Der Streifen war aus Platinsilberblech geschnitten; das Silber wurde dann abgeätzt, so dafs ein Platinstreifen von nur 0,0006 mm und 80 Ohm Widerstand übrig blieb. Der Ballon stand in einem Kasten, der mit Wasser gefüllt war, welches durch Rühren in fortwährender Bewegung erhalten werden konnte.

Den Anfangsdruck p_1 bestimmten die Verff. durch ein mit dem Gaszuleitungsrohre verbundenes Manometer, den Enddruck p_2, den das Gas beim Austritt in die Atmosphäre erhielt, durch das Barometer. Beobachtungsfehler beeinflufsten den Wert von $\varkappa$ nur um 0,1 Prozent. Die Temperatur T_1 ergab sich durch thermometrische Messung der Temperatur des Wasserbades; sie liefs sich bis auf 0,01° genau ausführen. Zur Bestimmung der Endtemperatur T_2 des sich ausdehnenden Gases wurde zunächst die Widerstandsänderung gemessen, welche der Bolometerstreifen während der Druckerniedrigung von p_1 auf p_2 erfährt. Dann mufste aus dem Widerstand w_2, den der Streifen im Moment der gröfsten Abkühlung des Gases besafs, seine Temperatur bestimmt werden. Dazu wurde ohne Compression des Gases durch Abkühlung des Wasserbades die Temperatur hergestellt, bei der nach Einschaltung des vorher benutzten Vergleichswiderstandes W_2 das Galvanometer der Wheatstoneschen Brücke in Ruhe blieb. Das Thermometer zeigte dann unmittelbar T_2 an. Die Fehler, die durch Leitung oder Strahlung der Wärme des Ballons und des Bolometers etwa entstehen könnten, konnten teils vernachlässigt, teils corrigiert werden. Verff. erhielten aus einer gröfseren Zahl von Messungen folgende Mittelwerte für $\varkappa$: Luft 1,4025, Sauerstoff 1,3977, Kohlensäure 1,2995, Wasserstoff 1,4084. *Schk.*

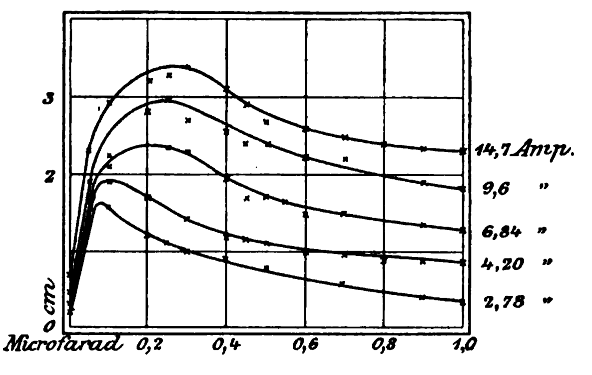
Nachweis der dünnen Zenkerschen Blättchen in den Lippmannschen Farbenbildern. Von R. Neuhauss (*Wied. Ann. 65, 164; 1898*). Bereits 1869 hatte Zenker in seinem „Lehrbuch der Photochromie" die Entstehung der Farben bei den damals bekannten farbigen Photogrammen zurückgeführt auf sehr feine Silberschichten in der farbenempfindlichen Substanz, die, durch stehende Lichtwellen hervorgerufen, den Abstand einer halben Wellenlänge der betreffenden Farbe besafsen. Später gelang es Wiener nachzuweisen, dafs stehende Lichtwellen in der That erzeugt werden, sobald bei Reflexion an einer glänzenden Fläche der einfallende Strahl mit dem reflektierten interferiert. Er photographierte die stehenden Lichtwellen, zeigte aber nicht, dafs die Farben in der Farbenphotographie wirklich durch stehende Lichtwellen erzeugt werden. Für diesen Nachweis bot das von Lippmann eingeschlagene Verfahren, durchsichtige Bildschichten auf Glasunterlage herzustellen, eine weit geeignetere Grundlage. Dafs eine direkte Beobachtung der „Zenkerschen Blättchen" nicht unter der Grenze unseres Erkennungsvermögens liegt und mit den vorhandenen optischen Hülfsmitteln erreichbar ist,

geht daraus hervor, daſs die sehr gut auflösbaren Querstreifen bei Amphipleura pellucida einen Abstand von 0,00022—0,00025 mm besitzen, während die halbe Wellenlänge des Spektralrot 0,00038 mm beträgt. Neuhauss ist es gelungen, den Nachweis von dem Vorhandensein der dünnen Zenkerschen Blättchen zu erbringen. Er stellte nach der Lippmannschen Methode ein farbiges Spektralbild her. Eine Glasplatte wurde mit Collodium und nach dem Trocknen des letzteren mit Silbereiweiss überzogen. Die Belichtung in der Quecksilberkassette geschah mit Hülfe des Spektrographen, die Entwickelung mit Pyrogallusammoniumcarbonat. Die fixierte und getrocknete Bildschicht lieſs sich leicht vom Glase abziehen. Der zu benutzende Teil des Häutchens aus dem roten Spektralgebiet wurde dann teils in Paraffin, teils in Colloidin eingeschlossen; Herr Flatau vom I. anatomischen Institut zu Berlin stellte etwa 100 feine Schnitte her, die zur mikroskopischen Beobachtung in Kanadabalsam oder Glycerin eingebettet wurden. Durch verschiedene Versuche stellte Neuhauss fest, daſs central einfallendes blaues Licht von der Wellenlänge 0,00045 mm und ein Objektivsystem von 1,18 num. Ap. für die Versuche am geeignetsten waren. Als Lichtquelle diente Sonnenlicht, das durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak hindurchging. So konnte man die dünnen Zenkerschen Blättchen direkt wahrnehmen; noch deutlicher wurden sie bei mikrophotographischen Aufnahmen in viertausendfacher Linearvergröſserung. Mit einem von der Firma Zeiſs in Jena gelieferten vorzüglichen Apochromat lieſsen sich unter Benutzung der Aperturen 1 bis 1,30 die Streifensysteme auch mit weiſsem oder gelbem Licht auflösen. Die vom Verf. beigegebene Abbildung zeigt die Lamellenstruktur des Querschnitts sehr deutlich. Die Lamellen haben infolge des Silberkorns und eingetretener Schrumpfung einen wellenförmigen Verlauf. Die am Negativ gemessenen Abstände der Streifen stimmen genau mit den errechneten Lamellenabständen überein, woraus die Richtigkeit der Zenkerschen Theorie sich ergiebt. *Schk.*

Magnetische Eigenschaften von gehärtetem Stahl. In den *Compt. rend. CXXV, 1165; 1897* (*Zeitschr. f. Instr. XVIII 223*) untersucht S. Curie verschiedene Stahlsorten nach einem gut bestimmten Härteverfahren auf ihre magnetischen Eigenschaften. Die verwandten Stäbe und Ringe wurden durch eine Platinspirale stark erhitzt und dann in Wasser abgelöscht, dabei wurde gleichzeitig die durch den erhitzenden Strom hervorgerufene Magnetisierung mit einer Magnetnadel gemessen. Die Versuche zeigten, daſs man einen Stahlstab bis über den Punkt der sogenannten magnetischen Umwandlung (etwa 800°) hinaus erwärmen muſs, um ihn härten zu können. Die Messungen an Stahlsorten von verschiedenem Kohlegehalt lieferten folgende Ergebnisse: a) die Coercitivkraft nimmt mit wachsendem Kohlegehalt bis zu einem Gehalt von 1,2 % zu, dann wieder ab; b) die Remanenz nimmt mit wachsendem Kohlegehalt zunächst zu, erreicht bei 0,5 % den gröſsten Wert und fällt dann wieder; c) die gröſste Magnetisierungsstärke nimmt dauernd mit wachsendem Prozentgehalt ab; d) die Hysteresis wächst mit dem Prozentgehalt und scheint bei 1 % einen gröſsten Wert zu erreichen. Legiert man den Stahl mit Metallen, so ändert sich die Remanenz wenig, dagegen wird die gröſste Induktion verringert und die Coercitivkraft erhöht. Während Legierungen mit Nickel, Chrom und Kupfer keine allzu starke Änderungen hervorriefen, verbesserte das Legieren mit Wolfram und Molybdän den Stahl erheblich. Für Stahl, der nur Kohle enthält, kann man die Coercitivkraft 60 erreichen, für Wolframstahl gewinnt man 70 bis 74, für Molybdänstahl sogar 80 bis 85. Bisher pflegte man vornehmlich Wolframstahl für Dauermagnete zu verwenden; diese Untersuchungen zeigen jedoch, daſs man mit Molybdänstahl noch bessere Ergebnisse erzielen würde. *H. H.-M.*

Über die Funktion des Condensators in einer Induktionsrolle. Von T. Mizuni in Tokio (*Phil. Mag. 45, 447; 1898*). Der Verf. bestimmt die maximale Funkenlänge zwischen den Endpunkten des sekundären Stromkreises, wenn in den primären Kreis im Nebenschluſs ein Condensator mit veränderlicher Kapazität eingeschaltet wurde. Die Stärke des Primärstroms wurde durch einen in denselben eingeschalteten Strommesser bestimmt. Die beifolgende Figur zeigt die bei einer Induktionsrolle für 5 verschiedene Stromstärken erhaltenen Kurven. Die Abscisse bedeutet die Kapazität in Mikrofarad, die Ordinate giebt die maximale Funken-

länge in cm an. Die Kurven zeigen, dafs es für einen gegebenen Primärstrom eine entsprechende Kapazität giebt, die die sekundäre Funkenlänge zu einem Maximum macht. Der Wert der Kapazität für die maximale Funkenlänge wird um so gröfser, je stärker der Primärstrom ist. Diesseits des Maximalpunktes besteht die Wirkung der Kapazität darin, die Funkenlänge zu vergröfsern, jenseits desselben sie zu verringern, letzteres aber in weit geringerem Mafse als ersteres. Da die Erzeugung grofser Spannungen in der sekundären Rolle Zweck des Induktionsapparates ist, so mufs bei der Anfertigung desselben darauf geachtet werden.



Zu ähnlichen Resultaten war schon etwas früher Walter (*Wied. Ann. 62, 300; 1897*) gelangt. Er fand ebenfalls die Abhängigkeit der Funkenlänge von einer bestimmten Kapazität, prüfte aber nicht die Beziehung der Kapazitäten zu verschiedenen Primärströmen. Aus theoretischen Betrachtungen schliefst er, dafs das Maximum der Potentialdifferenz im sekundären Stromkreise $E_2 = J_1 \sqrt{Z_2/C_1}$ ist, wo J_1 den Primärstrom, Z_2 den Selbstinduktionskoefficienten der sekundären Rolle, C_1 die Kapazität des Condensators bedeutet. Nach Mizunis Meinung reichen aber die bisherigen Theorieen noch nicht aus, um die Wirkung der Kapazität des Condensators auf den sekundären Strom genügend darzustellen. *Schk.*

Über den Einflufs gelöster Substanzen und der Elektrisierung auf die Wiederbildung von Wolken. Von H. A. Wilson (*Phil. Mag. 45, 454; 1898*). Der Verf. stellt folgenden Versuch an. Aus einem Sprühapparat wird eine Wolke einer Lösung in ein mit derselben Lösung gefülltes gröfseres Gefäfs geblasen; aus diesem geht die Wolke durch zwei mit Schwefelsäure gefüllte Flaschen hindurch in ein zweites Gefäfs, das unten Wasser enthält. Besteht die erste Wolke aus destilliertem Wasser, so wird dieses vollständig von der Schwefelsäure aufgenommen, und in dem zweiten Gefäfs ist von einer Wolke nichts mehr zu sehen. Tritt dagegen ein Sprühregen einer verdünnten Lösung einer nicht flüchtigen Substanz (Salz, Zucker, auch Schwefelsäure, Glycerin) in das erste Gefäfs, so bildet sich auch in dem zweiten Gefäfs eine dichte Wolke, sobald sich hierin Wasser befindet, sie bleibt dagegen aus, wenn es trocken ist. Die Erklärung besteht darin, dafs die kleinen Tropfen, welche die erste Wolke bilden, von der Schwefelsäure ihrer Flüssigkeit beraubt werden, während kleine Theilchen Salz u. s. w., sobald sie in die feuchte Atmosphäre des zweiten Gefäfses gelangen, hier den Niederschlag von Wasserdampf und die Bildung einer neuen Wolke veranlassen. Es wurde die primäre Wolke ferner durch den Pol einer in das erste Gefäfs eingeführten Batterie elektrisiert und durch geeignete Isolation bewirkt, dafs die Elektrisierung des Gases auch nach der Hindurchleitung durch Schwefelsäure noch vorhanden war. Jetzt entstanden in dem zweiten Gefäfs keine Wolken. *Schk.*

Thorstrahlen. Von G. C. Schmidt (*Wiedem. Ann. 65, 141; 1898*). Das Thor und die Thorverbindungen senden Strahlen aus, welche grofse Ähnlichkeit mit den Uranstrahlen besitzen. Eine in Papier lichtdicht eingewickelte photographische Platte wird durch eine Thorverbindung nach ein oder zwei Tagen vollständig geschwärzt; ein auf die Platte gelegtes Kreuz aus Metall bildet sich vollständig ab. Blei absorbiert die Strahlen am meisten, dann folgen Kupfer, Messing, Aluminium, Gelatine, Papier; die Durchlässigkeit hängt also im wesentlichen von der Dichte ab. Mit Hülfe des Apparates von Elster und Geitel wies Schmidt nach, dafs die Thorstrahlen die Luft leitend machen und geladene Körper durch sie entladen werden können. Die Methode der Entladung elektrisierter Körper benutzte Verf. auch zur Messung der Absorption einiger Substanzen für Thorstrahlen. Es ergab sich hierbei, dafs Blei die Strahlen am meisten, Aluminium sie am wenigsten absorbiert; Zink Zinn, Messing, Kupfer, Silber sind ziemlich gleich gut durchlässig. Legte man nacheinander

verschiedene Lagen von Stanniol auf die Thorverbindung, so war die Absorption in den aufeinander gelegten Schichten kleiner als die Summe der in den einzelnen auftretenden. Die Thorstrahlen dürften daher nicht homogen sein. Ein zwischen die Thorverbindung und den zu entladenden Körper gebrachter fester Isolator hob die Leitungsfähigkeit der Luft sofort auf. So ergab Gelatine, selbst in den dünnsten Schichten in den Gang der Strahlen gebracht, keine Wirkung derselben; machte man aber die Gelatine durch Zusatz von Eosin leitend, so wurde sie noch durchlässiger als Aluminium. Die Thorstrahlen vermögen also, ebensowenig wie Uran- und Röntgenstrahlen, feste Dielektrica zu Leitern der Elektrizität zu machen. Die durch Thorstrahlen erregte Luft verlor sehr rasch ihre Leitungsfähigkeit; doch mag diese scheinbare Verschiedenheit mit den eben genannten Strahlenarten auf ihrer viel geringeren Intensität beruhen. Um eine Reflexion nachzuweisen, wurde eine Pastille von Thorsulfat in einen lichtdicht schliefsenden Kasten gebracht, an dessen Deckel ein kleiner Bleispiegel befestigt war. Durch eine Bleiwand von dem Thorsulfat getrennt, befand sich eine photographische Platte, über dieser ein eiserner Nagel, der sich bei einer Reflexion als Schatten auf der Platte abbilden mufste. Nach dreiwöchentlicher Einwirkung war in der That beim Entwickeln ein Schatten zu erkennen. Eine gewisse diffuse Reflexion findet also wohl statt. Um eine Brechung nachzuweisen, wendete Schmidt eine Versuchsanordnung an, welche Becquerel (*C. R. 122, 559; 1898*) für die Uranstrahlen benutzt hatte. Eine Thorverbindung wurde in ein Glasröhrchen gebracht, das auf einer Seite mit einem Deckgläschen geschlossen war. Wurde das Röhrchen mit dieser Seite auf ein Aluminiumblech gestellt, das eine photographische Platte bedeckte, so zeigte sich nach der Bestrahlung auf der Platte ein schwarzer Fleck, umgeben von einem helleren Ring, dem sich dann wieder ein dunklerer anschlofs. Der schwarze Fleck rührt von der Strahlung der Grundfläche des Röhrchens her, der dunkle Ring von der Glaswandung. Die dazwischen liegende hellere Zone beweist, dafs die von den Seitenflächen herrührenden Strahlen beim Übergang in die Glaswand gebrochen und dann an der Luft total reflektiert werden. Eine Brechung der Thorstrahlen mittels eines Glas- oder Aluminiumprismas war jedoch nicht nachzuweisen. Eine Polarisation und chemische Wirkung schien nicht vorhanden zu sein. Ebenso wie die Uransalze erwiesen sich die Thorverbindungen als lichtelektrisch unempfindlich.

Schmidt untersuchte noch eine grofse Zahl von lichtelektrisch empfindlichen Körpern, ob sie durch Papier hindurch auf eine photographische Platte zu wirken vermögen. Zink, Reton und Flufsspath thun das in der That, viele andere dagegen nicht, so dafs ein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen nicht zu bestehen scheint. Die von Flufsspath, Reton, Zink etc. ausgehenden Strahlen unterscheiden sich von den Uran- und Thorstrahlen dadurch, dafs sie die Luft nicht leitend zu machen vermögen.

Das Vorhandensein der Thorstrahlen hat, unabhängig von Schmidt, auch Curie (*C. R. CXXVI, 1101; 1898*) nachgewiesen. Er zeigte zunächst die Leitungsfähigkeit der Luft unter dem Einflufs der Uran- und Thorstrahlen, indem er eine Platte eines Condensators von 100 Volt Spannungsdifferenz mit einer gleichmäfsigen Schicht der pulverisierten Substanz überzog und den zwischen den Platten entstehenden Strom mafs. Am wirksamsten waren Uran und Thor; das hohe Atomgewicht dieser Elemente hängt vielleicht damit zusammen. Zwei Uranverbindungen: die Pechblende (Uranoxyd) und Chalkolith waren aktiver als Uran selbst; vielleicht enthalten beide ein neues, durch Aktivität ausgezeichnetes Element. Künstlicher Chalkolith war nicht aktiver als Uran.

Für die Absorption und die photographische Wirkung der Thorstrahlen fand Curie ähnliche Ergebnisse wie Schmidt. Bemerkenswert ist aber, dafs Thoroxyd, in dicker Schicht auf die Condensatorplatte aufgetragen, viel durchdringendere Strahlen aussendet als in dünner Schicht. Das Thoroxyd scheint also für die von ihm ausgesandten Strahlen völlig durchlässig zu sein. Die Uranverbindungen zeigten diese Eigenschaft nicht.

Nach Curies Meinung sind die von Uran und Thor ausgesandten Strahlen sehr ähnlich den sekundären Röntgenstrahlen, wie sie Sagnac beschrieben hat (*d. Ztschr. XI 182*).

Unter der Einwirkung primärer Röntgenstrahlen senden Uran, Pechblende und Thoroxyd sekundäre Strahlen aus, welche in Bezug auf die Entladung elektrisierter Körper eine gröfsere Wirkung haben als die sekundären Bleistrahlen. Um die spontane Strahlung des Urans und Thors zu erklären, könnte man annehmen, dafs der ganze Raum beständig von den X-Strahlen analogen Strahlenarten durchzogen wird, die aber nur von gewissen Elementen mit hohen Atomgewichten, wie Uran und Thor, absorbiert werden können. *Schk.*

---

3. Geschichte.

Zur Geschichte des roten Phosphors und der schwedischen Zündhölzchen. Von A. Bauer. In der neugegründeten *Österr. Chemikerzeitung* (Forts. der Ztschr. f. Nahrungsmittelunter., Hyg. und Warenk., *I, 1, S. 3*) berichtet Hofrat Prof. Al. Bauer in Wien, teilweise an eigene Erlebnisse anknüpfend, über die näheren Umstände, die zur Entdeckung der roten Modifikation des Phosphors durch Schrötter führten. Bis Mitte der vierziger Jahre hatte den Lehrstuhl für Chemie in Wien der „alte Meifsner“ inne, der gegen die „Modernen“, besonders Justus Liebig einen lebhaften Kampf führte und seine Ansichten in einem mehrbändigen Lehrbuche „Neues System der Chemie“ niederlegte. Dieselben bildeten ungefähr das gerade Gegenteil zu den Anschauungen der heutigen Energetiker, indem alle Erscheinungen auf die einzig reale Substanz zurückgeführt werden. Wärme z. B. war danach ein Stoff „Aräon“, Licht eine Verbindung desselben mit Sauerstoff, ähnlich die anderen „Imponderabilien“. Als 1845 Schrötter auf Veranlassung Liebigs aus Graz nach Wien gekommen war, um Meifsners Lehrstuhl einzunehmen, erschien bei ihm ein Schüler Meifsners mit einer zugeschmolzenen Glasröhre, die Phosphor, bedeckt mit roter Kruste, enthielt; letztere, seit längerem bekannt, wurde damals für ein niedriges Oxyd des Phosphors gehalten. Er suchte Schrötter von der Richtigkeit der Theorie Meifsners zu überzeugen, indem er mitteilte, dafs er aus der Röhre die Luft d. h. den Sauerstoff durch Einleiten von Kohlensäure verdrängt und den Phosphor dann wochenlang dem Sonnenlichte ausgesetzt hätte; so wäre der Phosphor oxydiert, weil er eben dem Lichte den Sauerstoff entzogen hätte, — eine andere Quelle für diesen wäre nicht vorhanden. Zum Beweise zeigte er noch eine zweite Röhre, die dem Lichte nicht ausgesetzt war und den Phosphor kaum merklich verändert zeigte. Schrötter nahm die erste Röhre zu sich und kam bald auf den glücklichen Gedanken, die Phosphorstange in Schwefelkohlenstoff zu legen, um das vermeintliche Phosphoroxyd, das sich als unlöslicher Rückstand absetzte, näher zu untersuchen. So kam er im Verlauf seiner Forschungen zur Erkenntnis der richtigen Natur des roten Phosphors als einer blofsen allotropischen Modifikation des gewöhnlichen. Seine Bezeichnungsweise „amorpher“ Phosphor mufste allerdings aufgegeben werden, da sich die Modifikation als mikrokrystallinisch erwies. Schrötters Prioritätsrecht, zuerst von E. Kopp und Napoli bestritten, wurde später allgemein anerkannt. Auf der ersten Pariser Weltausstellung 1855 wurde der „amorphe“ Phosphor als eines der interessantesten Objekte bewundert und brachte Schrötter, — der als ein Wohlthäter der Menschheit gepriesen wurde, da es ihm gelungen sei, dem Phosphor die giftigen Eigenschaften zu benehmen — den Montyonpreis im Betrage von 2500 Frcs. ein. Sonst hat Schrötter aus seiner Entdeckung materielle Vorteile nicht gezogen, sondern die Verwertung anderen überlassen. So machte im Jahre 1848 Rudolf Böttger die ersten Versuche, den roten Phosphor in die Zündhölzchenindustrie einzuführen. Ihm folgte 1854 und 1855 Preshel in Wien, Fürth in Goldenkron u. a. Trotzdem dauerte es noch geraume Zeit, bis diese Zündhölzchen mit getrennter Reibfläche als „schwedische Zündhölzchen“ den Weltmarkt eroberten. *O.*

---

4. Unterricht und Methode.

Physik an höheren Schulen. Von Dr. Keferstein in Hamburg. In dem „Encyklopädischen Handbuch der Pädagogik“ von Dr. Rein bildet diese Abhandlung einen nur 32 Seiten umfassenden Bestandteil. Im allgemeinen Teil werden namentlich Inhalt und Aufgabe der Physik, die Methode der Physik, Ziele und Umfang des physikalischen Unter-

richts behandelt. In diesen Abschnitten knüpft der Verfasser mehrfach an historische und methodische Bemerkungen von E. Dühring an. Wir stimmen einer solchen Berücksichtigung des ebenso scharfsinnigen wie tiefgründigen Philosophen durchaus bei, hätten aber gern gesehen, wenn die sehr allgemein gehaltenen Stellen, die aus Dührings „Logik und Wissenschaftstheorie" herausgehoben sind, durch speziellere Beispiele und Anwendungen ergänzt wären. Auch ist die Methode der von Bacon angegebenen „Ausschliefsungen" keineswegs ganz zu verwerfen, sie bildet vielmehr im Beginn der Untersuchung stets ein wichtiges Mittel, unzuläfsige Erklärungen abzuthun. Wertvoll ist der Hinweis auf die Methode des vorläufigen gedanklichen Entwurfs (Galileis ‚*mente concipio*'), die bei der Entdeckung der Fallgesetze zur Ausführung gebracht ist. Unter den Zielen des physikalischen Unterrichts werden der Reihe nach besprochen: Einflufs auf die Bildung des Willens, Erziehung zum wissenschaftlichen Denken (vgl. das Programm d. Ztschr. *I 1* und Höfler *II 8*), Ausbildung der Beobachtungsfähigkeit, sprachliche Ausbildung, Übermittlung positiver Kenntnisse, Erziehung zum praktischen Handeln. Hierbei berührt der Verf. u. a. auch die Verwendung der Hypothese, die Schülerübungen und den Handfertigkeitsunterricht; er warnt vor zu weitgehender Berücksichtigung des technischen Gebiets. In alle diese Einzeldarstellungen sind Hinweise auf die bemerkenswertesten didaktischen Arbeiten der letzten Zeit eingeflochten.

In dem Abschnitt über „Methodik des physikalischen Unterrichts" werden zunächst allgemeine Erörterungen über das Experiment vorgetragen. Der Satz der neueren Lehrpläne, dafs der Versuch bei allen Betrachtungen in den Vordergrund zu stellen sei, wird als einschränkungsbedürftig bezeichnet, und zwar auf die Fälle, in denen die Beobachtung nicht ausreicht; diese (die Beobachtung) sei vielmehr unter allen Umständen zum Ausgangspunkt zu nehmen, „und erst an der Stelle, wo sie sich als unzureichend erweist, und die induktive Zergliederung der von ihr gelieferten Thatsachen auf Zweifel führt, die sich nur durch eine durchdachte Gestaltung und Abänderung der Bedingungen ihres Zustandekommens schlichten lassen, hat das Experiment einzutreten". Auch eine Häufung von Versuchen, die keine nennenswert von einander verschiedenen Ergebnisse liefern, sei zu widerraten, überhaupt jedes unnötige Experimentieren zu vermeiden, da die hierauf verwendete Zeit für das gedankliche Durcharbeiten der Experimente verloren gehe. — In dem Abschnitt „Schülerversuche" (nicht „Schulversuche", wie gedruckt steht) und „häusliche Arbeiten" wird die Anregung der Schüler zu eigenen Beobachtungen und Versuchen befürwortet. Als wirksamste Art der häuslichen Wiederholung wird die Behandlung kurzer Aufgaben bezeichnet. — In dem Abschnitt über das „Verhältnis zwischen Mathematik und Physik" lehnt der Verfasser die Forderung, dafs auf der höchsten Klassenstufe der mathematische Unterricht in dem physikalischen aufgehen müsse, ab. — In Bezug auf „Wiederholungen" schliefst er sich an Kiessling und Schwalbe an.

Unter der Überschrift „Didaktik der Physik" ist die Vorbildung des Lehrers und seine Vorbereitung auf den Unterricht (auch Seminar, Ferienkurse, litterarische Hülfsmittel) kurz behandelt. In Betreff des Unterrichtszimmers wird auf die neueren Forderungen (Unterrichts-, Arbeits- und Sammlungszimmer) verwiesen. Unter „Apparatensammlung" wird nach Hinweis auf die Normalverzeichnisse u. a. die Aufstellung eines Firmenkatalogs als wünschenswert bezeichnet; die Redaktion dieser Zeitschrift hat öfter an diese Aufgabe gedacht, sich aber die Schwierigkeit des Unternehmens nicht verhehlen können.

Es folgt nun in demselben Abschnitt das wichtige Gebiet der Stoffauswahl und Stoffverteilung. Hier wird, im Einklang mit unserer Zeitschrift, gegen die Überlieferung von „möglichst viel positivem Wissen" angekämpft, die Zweistufigkeit gebilligt, und für die Auswahl die trefflichen Bemerkungen der österr. Instruktionen und Höflers (d. Z. *VI 118*) angeführt. Es werden dann die neueren Aufstellungen über die Stoffauswahl aufgezählt, besonders auch auf Machs Grundrifs der Naturlehre für die oberen Klassen aufmerksam gemacht.

Zur Didaktik der einzelnen physikalischen Disciplinen werden auf wenigen Seiten zumeist nur Hinweise auf neuere Veröffentlichungen gegeben. Die Betrachtung der allgemeinen Eigenschaften wird, wie heut wohl fast allgemein geschieht, auf die unbedingt notwendigen Grundbegriffe beschränkt, dagegen Cohäsion u. s. w. abgelehnt. Zur Frage des C. G. S.-Systems bemerkt der Verfasser: „Gegen die Definition des Grammes als Einheit der Masse schon im Anfangsunterricht spricht auch die Schwierigkeit, mit welcher der Massenbegriff behaftet ist“ (man vgl. Mach, Mechanik); die klare Erfassung der hierfür nötigen Deduktionen setze schon eine erhebliche Schulung im physikalischen, ja im philosophischen Denken voraus und sei jedenfalls erst auf der Oberstufe anzustreben. Zum Dyn werden die Veranschaulichungen Kiefslings empfohlen und die von Faustmann (d. Zeitschr. *VI 309*) mitgeteilt. — Aus der Mechanik werden im besonderen hervorgehoben: die Verwendung der Fallrinne, die Behandlung des Trägheitsmoments, das Gravitationsgesetz. Den bayerischen Gymnasien wird nachgerühmt, dafs der Astronomie ein ausgezeichneter Platz in den Lehrplänen angewiesen sei, nämlich als Abschlufs des Physikunterrichts in Oberprima. Doch mufs hierzu gesagt werden, dafs dasselbe auch auf preufsischen Gymnasien der Fall zu sein pflegt. — Für Akustik und Optik verweist der Verf. auf Kiefslings Didaktik, das Programm von Langguth (Iserlohn 1886), und die 150 Versuche von Zwick-Ernecke. Aus der Wärmelehre werden nur Machs Festsetzungen und die Berechung des mechanischen Wärmeäquivalents nach Rob. Mayer namhaft gemacht. — In der Elektrizitätslehre endlich wird auf die Arbeiten über die Einführung des Potentials verwiesen; für den Übergang von der Reibungselektrizität zum Galvanismus wird im allgemeinen die Potentialdifferenz offener Ketten als die geeignetste Vermittlung betrachtet, dagegen die Benutzung der Kraftlinien für diesen Zweck als zu schwierig (wegen der damit verknüpften theoretischen Vorstellungen) bezeichnet. Im übrigen wird den Kraftlinien ihr Wert als wirksames Veranschaulichungsmittel nicht abgesprochen. Auch die verschiedenen neueren Ableitungen des Ohmschen Gesetzes werden namhaft gemacht.

Nach dem allen kann die vorliegende Arbeit in der Hauptsache als ein willkommener Überblick über den jetzigen Stand des physikalischen Unterrichts, und zugleich als eine Art von litterarischem Nachweis gelten. In wichtigen didaktischen Fragen wird auf Kiefslings umfangreichere Arbeit (vgl. d. Ztschr. *IX 97*) verwiesen. Einsichtiges Mafshalten im Einzelnen, philosophische Gesichtspunkte in bezug auf das Ganze, bilden das Gepräge der Arbeit, die nicht beansprucht, neue Bausteine zu einer künftigen Didaktik beizutragen, sondern sich damit begnügt, verständnisvoll den vorhandenen Bestrebungen nachzugehen. *P.*

---

5. Technik und mechanische Praxis.

Ein neues Erhitzungs- und Reduktionsverfahren. Von H. Goldschmidt in Essen. Auf der letzten Hauptversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft in Leipzig (April 1898) wurde von Dr. H. Goldschmidt ein neues Verfahren zur Erzeugung hoher Temperaturen und zur Darstellung von schwer schmelzbaren kohlefreien Metallen vorgeführt, das auf der Verwendung von Aluminium beruht und in der That dazu berufen erscheint, der technischen Verwertung dieses Metalls ein neues Gebiet zu eröffnen. Angeregt von Claude Vautin hat Goldschmidt die schon Wöhler und anderen bekannte Fähigkeit des Aluminiums, Metalloxyde zu reduzieren, aufs neue untersucht. Bei den Versuchen der Vorgänger, die nur mit kleinen Mengen arbeiteten, wurde das ganze Gemisch des betreffenden Metalloxydes mit Aluminium durch zugeführte Wärme auf die Reaktionstemperatur gebracht: die Folge war eine heftige, mit grofsen Materialverlusten verbundene Reaktion. Goldschmidt fand nun, dafs es genügt, das Reaktionsgemisch an einem Punkte auf die Entzündungstemperatur zu bringen, die Entzündung setzt sich dann durch die ganze Masse fort; der Prozefs wird also aus einem Wärme verbrauchenden und dann plötzlich erfolgenden in einen Wärme liefernden, allmählich verlaufenden umgewandelt — mit anderen Worten, es wird die exothermische Natur der ganzen Reaktion ausgenutzt.

Hierdurch ist auch die Möglichkeit gegeben, mit grofsen Massen zu arbeiten. Zur Entzündung dient eine aus Baryumsuperoxyd und Aluminium bestehende Zündkirsche, die mit einem Magnesiumbändchen versehen ist. — Es mag bemerkt werden, dafs die Versuche H. Goldschmidts in naher Beziehung stehen zu den umfangreichen Untersuchungen Clemens Winklers und Ludwig Gattermanns über die Reduktion von Sauerstoffverbindungen durch Magnesium (vergl. ds. Zeitschr. *II 252* und *V 146*).

Das neue Verfahren läfst zwei Hauptverwendungsarten zu: 1. die Ausbeutung der wärmeliefernden Kraft, 2. die der reduzierenden Kraft. Letztere führt zur Gewinnung reiner Metalle oder Legierungen. Bei einem Überschufs ihres Oxydes entstehen nämlich die Metalle frei von Aluminium, welches dabei vollständig zu Korund oxydiert wird, der obenauf schwimmt. Die Wärmewirkung wurde der Versammlung in einem Hartlötungsversuch gezeigt. Ein einzölliges Eisenrohr mit Flantsch und aufgelegtem Hartlot wurde in die Erhitzungsmasse eingepackt, die aus billigem Oxyd (Eisenerz), 100 g Rohaluminium und Sand bestand. Durch den Sand wird das Gemisch verdünnt und vor vollständigem Zusammenschmelzen bewahrt. Nach Einleiten der Reaktion schmilzt das Hartlot und verbindet die beiden Eisenstücke; die Kosten einer solchen Lötung sind nur geringe. In ähnlicher Weise können grofse Niete, wie sie zum Brückenbau Verwendung finden, eingepackt und erhitzt werden; sie sind beim Ausschütten des Ganzen vollkommen glühend und stauchfertig. Auch kann man durch eine schmiedeeiserne Platte ein Loch schmelzen, wenn man auf die dafür bestimmte Stelle Erhitzungsmasse bringt und nach Eintreten der Reaktion schnell nachträgt. Auch zum Schweifsen kann das Verfahren dienen und zwar — gegenüber der elektrischen Schweifsung — mit dem Vorteil, dafs die Arbeitsstücke eine völlig gleichmäfsige Durchwärmung erfahren. — Die Reindarstellung von Metallen wurde in einem besonders schönen Beispiel gezeigt, indem metallisches Chrom dargestellt wurde, wozu eine Erhitzung von etwa 3000° erforderlich ist. In einem mit Magnesia ausgefütterten Tiegel wurde ein Gemisch von Chromoxyd und Aluminium in der oben angegebenen Weise entzündet; es bildeten sich innerhalb weniger Minuten etwa 5 kg reinen metallischen Chroms, was einer Leistung von etwa 2000 PS entspricht, sofern man die bei dem Vorgang frei werdende Arbeit gleich der zur Gewinnung des Aluminiums aufgewendeten setzt. Die Aufsenwand des Tiegels wird dabei kaum nennenswert erwärmt (von Ostwald wurde daher die Versuchsanordnung scherzhaft aber treffend als ein „Hochofen in der Westentasche“ bezeichnet). Es ist zweckmäfsig, das als Schlacke obenauf schwimmende Aluminiumoxyd wieder zu metallischem Aluminium zu regenerieren und dieses letztere, das chromhaltig ist, wiederum bei der Chromdarstellung zu verwenden. Die Schlacke kann auch als Schleifmittel Verwendung finden. — Die angeführten Versuche zeigen, dafs für das Aluminium (in geringerem Mafse auch für Magnesium und Calciumcarbid) zwei neue Verwendungsweisen gegeben sind, die beide auf der bisher nicht genügend beachteten Eigenschaft des Aluminiums als Wärmeakkumulator beruhen, so dafs es ermöglicht ist, die grofse Menge von Arbeit, die zu seiner Abscheidung aufgewandt wurde, überall mit gröfster Leichtigkeit auszulösen. Dies könnte das Problem nahelegen, das Aluminium nicht nur für calorische Zwecke zu benutzen, sondern wiederum aus dem im Feuerflusse sich oxydierenden Metall Elektrizität zu gewinnen, um so einen grofsen Teil dieser Wärme für Kraftzwecke nutzbar zu machen. Gelänge dies, so würden sich auch die grofsen an die technische Verwertung des Aluminiums geknüpften Hoffnungen, freilich in anderer als der ursprünglich gedachten Weise, erfüllen, indem das Aluminium weniger als Metall, sondern als ein Kraftsammler von höchster Leistungsfähigkeit eine Rolle spielen würde (*Elektrotechn. Ztschr. 7. Juli 1898, S. 461*).

Zur Ausbeutung der vorstehend beschriebenen Verfahren, die durch Patente in allen Kulturstaaten geschützt sind, hat sich im Anschlufs an die Firma Th. Goldschmidt in Essen bereits eine eigene Gesellschaft gebildet. *O.*

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Dynamik der Systeme starrer Körper. In zwei Bänden mit zahlreichen Beispielen von Edward John Routh. Autorisierte deutsche Ausgabe von Adolf Schepp. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Felix Klein zu Göttingen. Erster Band: Die Elemente. Mit 57 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1898. X u. 472 S.

Die Eigentümlichkeit und der Vorzug dieses Buches liegt nicht in dem systematischen Aufbau des Ganzen, sondern in den vielen einzelnen Anwendungen, woran es in der deutschen Litteratur, abgesehen von der dies auf elementarem Gebiete leistenden technischen Mechanik von Hoppe, fehlt. Die in den einzelnen Abschnitten gruppenweise vereinigten zahlreichen Beispiele und Aufgaben betreffen meist wirklich praktisch wichtige Fälle und gehören nur selten unter die Rubrik der von Hertz getadelten, die sich nicht auf naturmäfsige Vorgänge beziehen, sondern blofs zur Einkleidung mathematischer Übungen dienen. Trotzdem ist die Theorie durchaus nicht vernachlässigt. Das Vorwort von Klein weist ausdrücklich auf die im achten Kapitel gelehrte Methode der modifizierten Lagrangeschen Funktion hin, die in der Betrachtung der cyklischen Systeme gerade in neuester Zeit eine Rolle spielt. Ebenso wird manches mehr allgemeine über das d'Alembertsche Prinzip und das Prinzip der lebendigen Kraft, über die Theorie der Modelle, der stationären Bewegung und der Schwingungen dargeboten. Die Sprache der Übersetzung ist gut. Auch sind spezifisch englische Zeichen und Mafse durch die entsprechenden deutschen ersetzt; und H. Liebermann hat in Anmerkungen die englischen Litteraturangaben durch Anführung wichtiger nicht englischer Werke und Abhandlungen ergänzt. Niemand, sei er noch so vertraut mit der Mechanik, wird das Buch ohne vielfache Anregung studieren. Wer aber daraus die Mechanik erst lernen will, was nach der dafür gegebenen Anleitung wohl möglich ist, kann leicht durch einen mehr systematischen Kursus das in dieser Beziehung Fehlende nachholen. *Paul Gerber, Stargard.*

Die Prinzipien der Physik und der Kreis ihrer Anwendung. Festrede von Eduard Riecke. Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht. 1897. 40 S. M. 0,30.

Die Rede will keine kritische Untersuchung über die Grundlagen der Erkenntnis in der Physik und Chemie sein, sondern nur ein kurzer historischer Bericht über jene Grundlagen seit Galilei. Daher wird zunächst gezeigt, wie die systematische Gestaltung der Mechanik durch Newton den Antrieb zum tieferen Verständnis der physikalischen und chemischen Vorgänge gegeben hat. Doch darf man dabei aus der Zahl der drei Hauptgesetze das von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung nicht weglassen, da die Newtonsche Kraft eine reine Fernkraft ist, die ohne jenes Gesetz nicht gedacht werden kann. Ferner gehört, was Riecke das Prinzip der Combination nennt, nämlich der Satz vom Parallelogramm der Geschwindigkeiten und der Beschleunigungen, nicht neben, sondern unter die anderen Gesetze. Vor allem sei daran erinnert, dafs die drei Leges motus nicht ausreichen zum Fundament der durch Newton begründeten Mechanik; erst das d'Alembertsche Prinzip von den verlorenen Kräften bildet dessen Schlufsstein.

Riecke unterscheidet nun zwei Methoden, die sich in Anlehnung an die Mechanik in der Physik und Chemie entwickelt haben. Ursprünglich strebte man danach, alle physikalischen und chemischen Erscheinungen irgendwie als Bewegungsvorgänge zu deuten, wobei die mechanischen Gesetze in ihrem eigentlichen Sinne zur Geltung kamen; und man befolgt, obgleich es mehr und mehr einleuchtet, dafs jene Deutungen unerweisbare Hypothesen sind, noch weiter diese Methode, indem man die hypothetischen Mechanismen als nützliche Analogieen der Erscheinungen betrachtet. Andererseits haben hauptsächlich der Satz von der Erhaltung der Energie und der von der kleinsten Wirkung sich unabhängig von ihrem auf Bewegungen bezüglichen Inhalte bewährt; weshalb man es unternehmen kann, unter Verzicht auf jede Bewegungshypothese, aber an der Hand verallgemeinerter, über die engere Mechanik hinausreichender mechanischer Beziehungen, möglicherweise mit Zugrundelegung des Prinzips der kleinsten Wirkung als eines alles umfassenden Naturgesetzes, den Zusammenhang der Erscheinungen zu ermitteln. Ungefähr entspricht diese Zweiteilung dem wirklichen Sachverhalte, wenn auch die Unterschiede sowohl zwischen der Helmholtzschen Anschauungsweise und dem Charakteristischen der Hertzschen Mechanik wie zwischen dem phänomenologischen Standpunkte Machs und der Energetik Ostwalds nicht zum Ausdruck gebracht werden. Zum Schlufs bietet die Rede eine klare und anschauliche Erörterung von ein paar augenblicklich interessierenden Problemen der Physik, der physikalischen Chemie und der Physiologie. *Paul Gerber, Stargard.*

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr. Aug. Föppl. Dritter Band: Festigkeitslehre, mit 70 Fig. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1897. XVI u. 472 S.

Das Buch ist hauptsächlich für die Studierenden technischer Hochschulen, weiterhin für Techniker überhaupt bestimmt. Aber auch Physiker und Mathematiker wird es interessieren. Es beginnt

mit der Behandlung des Spannungszustandes im allgemeinen, um dann zu dem Zusammenhange zwischen Spannungszustand und Formänderung überzugehen, was zum Begriff der Elastizität und der sie bedingenden Gröfsen führt. Es folgen nun speziellere Betrachtungen: über Biegungen, über Formänderungsarbeit, über Stäbe mit gekrümmter Mittellinie und solche auf nachgiebiger Unterlage, über ringsum am Rande unterstützte Platten, über Gefäfse unter innerem und äufserem Überdruck, über Wellen und belastete Spiralfedern und über die Eulersche Theorie für Stäbe mit Spitzenlagerung. Zum Schlufs kehrt das Buch wieder zu allgemeineren Erörterungen zurück, indem es mit der mathematischen Elastizitätstheorie schliefst, wobei auch das zuerst von Thomson und Tait herangezogene hydrodynamische Analogon des de Saint-Vénantschen Problems besprochen wird. Die den einzelnen Abschnitten hinzugefügten Aufgaben sind ohne Ausnahme sachgemäfs. Sie bilden nicht nur Beispiele, sondern zuweilen auch Ergänzungen des voraufgehenden Textes. Sehr wesentlich ist es, dafs immer auf Übereinstimmung der Theorieen mit der Erfahrung Bedacht genommen wird, d. h. dafs die Grenzen, in die die Theorieen eingeschlossen sind, genau bezeichnet und damit auch die Punkte, von denen aus sie einer Weiterbildung bedürfen, hervorgehoben werden. Dazu tragen besonders die Hinweise auf Versuche bei, die Föppl in seinem Laboratorium an der Münchener technischen Hochschule selbst angestellt hat oder hat anstellen lassen. So werden z. B. dergleichen über die Bernoullische Annahme von der Unveränderlichkeit der Querschnitte bei Formänderungen, über die Elastizität des Erdbodens, über die Knickfestigkeit eines an beiden Enden in Spitzen gelagerten Stabes und über Härte mitgeteilt. *Paul Gerber, Stargard.*

Die fundamentalen physikalischen Eigenschaften der Kystalle in elementarer Darstellung von Dr. Woldemar Voigt, Prof. d. Physik a. d. Universität Göttingen. Mit 52 Figuren im Text. Leipzig, Veit & Comp., 1898. VIII u. 234 S. 5 M.

Zu Göttingen, einer der hervorragendsten Pflegestätten des physikalischen Hochschul-Unterrichts, braucht der Hörer die Vorlesungen nicht mehr nachzuschreiben und auszuarbeiten. Rieckes *Lehrbuch der Physik*, Voigts *elementare Mechanik*, dessen *Kompendium der theoretischen Physik*, die verwandten Veröffentlichungen Liebichs, F. Kleins und seiner Schule machen jetzt dort ein solches mittelalterliches Arbeitsverfahren überflüssig. Auch die Göttinger Ferienkurse für die Oberlehrer aus dem preufsischen Westen beginnen, die Vortragenden zu ähnlichen hervorragenden Arbeiten zu veranlassen. In dem vorliegenden so entstandenen Werke giebt der bedeutendste der noch lebenden Schüler F. Neumanns einen einheitlichen Überblick über die neueren Ergebnisse der Untersuchungen über die grundlegenden, d. h. bei gleichartigen Veränderungen hervortretenden, physikalichen Eigenschaften der Krystalle und der daraus hergestellten Vorrichtungen. Voigt schliefst also das ganze seit langem wohlgepflegte Gebiet der Krystalloptik aus, eröffnet hingegen einen möglichst bequemen Zugang zu reichen und schönen, aber fast ganz unbekannten Gebieten der Physik. Er ordnet die physikalischen Eigenschaften der Krystalle nach den Stoffzuständen, deren Wechselbeziehung die betreffende Eigenschaft bedingt. Jene Zustände selbst sind als scalare, vektorielle und tensorielle unterschieden, wobei die letzteren die bei Spannung und Umgestaltung eintretenden Zustände umfassen. Es werden untersucht die Beziehungen zwischen einem Scalar und einem Vektor (Pyroelektrizität, elektrische Temperaturänderung), zwischen einem Scalar und einem Tensortripel (thermische Deformation, mechanische Temperaturänderung), zwischen zwei, insbesondere gleichartigen Vektoren (diëlektrische Influenzierung, para- und diamagnetische Influenzierung, Elektrizitätsleitung, Wärmeleitung, thermoelektrische Erregung, elektrothermische Erregung), zwischen einem Vektor und einem Tensortripel (Piezoelektrizität, elektrische Deformation), zwischen zwei Tensortripeln (Elastizität) und schliefslich die physikalischen Eigenschaften höherer Ordnung und solche, deren Gesetze bisher noch nicht erschlossen sind. Einzelne Punkte, die in den Vorträgen ohne Unterbrechung des Zusammenhangs nicht zu erörtern waren, sind in einer Reihe von Zusätzen teils krystallographischen, teils mathematisch-physikalischen Inhalts angefügt. Unter diesen sind ganz besonders hervorzuheben die mit Hülfe der zuvor entwickelten beiden Hauptsätze der Thermodynamik und mit den einfachsten Mitteln, doch völlig streng durchgeführten Nachweise der bei den physikalischen Erscheinungen an Krystallen stattfindenden merkwürdigen Wechselbeziehungen. Alles Wesentliche ist in der verständlichsten Form meist mit Hülfe einfacher geometrischer Überlegungen ganz ohne höhere Rechnungsarten meisterhaft dargestellt. Doch ist das Werk kein bequemer Lesestoff, der Leser mufs sich den Inhalt durch eigene angestrengte Mitarbeit erringen. Diese Vorträge sind die geeignetste Einführung in Voigts grundlegende Untersuchungen über die Krystallphysik und in sein treffliches Kompendium der theoretischen Physik. Zunächst jedoch ist das Buch den Lehrern an höheren Anstalten gewidmet und zwar zur eigenen Schulung, nicht aber zur Vorbereitung auf den Unterricht. Doch wird ein gewandter Lehrer je nach Gabe und Gelegenheit dies und das daraus im physikalischen und mathe-

matischen Unterricht vorteilhaft verwerten können. Hoffentlich aber wird das Werk dazu beitragen, dafs in Zukunft über die Eigenschaften der festen Körper, insbesondere der Krystalle, an den Schulen einiges nicht mehr und anderes besser gelehrt wird. *H. H.-M.*

Adressbuch für die deutsche Mechanik und Optik und verwandte Berufszweige mit einer Auswahl der für die Mechanik und Optik in Betracht kommenden Bezugsquellen und einem Verzeichnis von in- und ausländischen Instituten, Lehranstalten, Vereinen und Gesellschaften, Importeuren und Exporteuren etc. Zweite vollständig neu bearbeitete und sehr vermehrte Ausgabe. Herausgegeben von Fr. Harrwitz Bd. I. Verzeichnis der deutschen Mechaniker, Optiker, Glasinstrumentenmacher und verwandter Berufszweige nach Firmen, Städten und Spezialitäten. Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker" (F. & M. Harrwitz), 1898. 376 S. 8 M.

Der erste Band des von dem verstorbenen Löwenherz angeregten Werkes umfafst drei alphabetisch geordnete Verzeichnisse: ein Firmen-, ein Orts- und ein Spezialitätenverzeichnis. Besonders die beiden letzteren dürften für die Lehrer der Physik von grofsem Nutzen sein. Doch sei darauf hingewiesen, dafs das Werk vor allem zum Vorteile der Mechaniker und Händler geschaffen worden ist, dafs also der Besteller oder Käufer gut thut, vor der Erteilung eines Auftrags an eine ihm noch unbekannte Firma über deren Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit sorgfältige Erkundigungen einzuziehen. Dies ist aber oft recht schwierig und zuweilen unmöglich, da in Deutschland bis jetzt leider eine den Vorteil der Lehranstalten, der Städte und Staaten wahrnehmende öffentliche Auskunftsstelle fehlt, die nicht nur den Schulen, den Stadt- und Staatskassen zu grofsem Nutzen gereichen, sondern auch zur Hebung der Feinmechanik beitragen würde. *H. H.-M.*

Simples Lectures scientifiques et techniques. Aus den Werken von Garrigues-Monvel und L. Figuier ausgewählt, mit Anm. versehen und herausgegeben von A. Peter. 113 S. M. 1,20. — **Useful Knowledge.** Materialien zu Sprechübungen und zur Lektüre. Mit Anmerkungen für den Schulgebrauch herausgegeben von F. J. Wershoven. 111 S. M. 1,20. — Berlin 1896, R. Gärtner.

Mit der seit einigen Jahren von Bahlsen und Hengesbach herausgegebenen Bibliothek französischer und englischer Prosaschriften wird der Zweck verfolgt, den Schüler in einer modernen Sprache zugleich in moderne Wissensgebiete einzuführen. Die beiden vorliegenden Werke sind für den französischen und englischen Unterricht in den Mittelklassen bestimmt und geben in inhaltlich abgeschlossenen kleinen Abschnitten durchaus populäre Darstellungen einiger naturwissenschaftlicher Gebiete, besonders aus der Astronomie, Physik, Chemie und Technik. Da die Lektüre mit dem Fachunterricht in diesen Gebieten parallel laufen dürfte, so kann sie sehr wohl zur Befestigung des Wissens dienen: die meist historisch gehaltene Einkleidung giebt dem Schüler zugleich andere Gesichtspunkte und erhöht sein Interesse. Was im Text unausgeführt oder unklar geblieben, ist in den kurz gefafsten sachlichen Anmerkungen ergänzt worden. Ob es nicht oft Schwierigkeiten mit sich bringt, dafs bei der Lektüre derartiger Werke und den sich anschliefsenden Sprechübungen die Leitung des Unterrichts nur selten in den Händen eines Fachmannes der betreffenden Wissenschaft liegt, — das mufs die Praxis entscheiden. *E. Schenck, Berlin.*

Leitfaden der Physik mit Einschlufs der einfachsten Lehren der mathematischen Geographie. Von W. Abendroth. II. Band. Kursus der Unter- und Ober-Prima der Gymnasien. 2. Aufl. Mit 172 Holzschnitten und einer Farbentafel. Leipzig, S. Hirzel, 1897. VIII u. 289 S. 4 M.

Der vorliegende, zweite Band des Abendrothschen Leitfadens umfafst die Gebiete der Mechanik, Akustik, Optik und mathematischen Geographie. Das für einen „Leitfaden" ziemlich ausführliche, trefflich ausgestattete Buch ist durchaus keine Schablonenarbeit, vielmehr sind Darstellung und theoretische Herleitung der Ergebnisse vielfach entschieden originell und von bemerkenswerter Einfachheit, auch werden an mehreren Stellen sehr instruktive und einfache, bisher aber wenig bekannte Versuche dem natürlich nicht fehlenden Grundstock altbewährter und sozusagen historischer Experimente angefügt. Als besonders zweckmäfsig seien z. B. die graphische Darstellung (Fig. 1) bei der Behandlung der gleichförmig beschleunigten Bewegung sowie auch die mathematischen Entwicklungen erwähnt, wie sie u. a. bei der Bestimmung des Minimum der Ablenkung eines Prisma und bei der Linsentheorie zur Anwendung kommen. In der Akustik ist die recht klare und ausführliche Behandlung der Pfeifen, die sonst oft recht oberflächlich abgethan werden, besonders beachtenswert. In manchen Fällen werden allerdings die Fachgenossen über die Zweckmäfsigkeit der von Abendroth gewählten Methoden und Anordnungen geteilter Meinung sein. So will es uns unnatürlich erscheinen, dafs der freie Fall gleich in den ersten Paragraphen, die Wurfbewegung aber erst in § 18 behandelt wird. Für den elementaren Unterricht möchten wir das Kräfteparallelogramm auch bei den einfachen Maschinen nicht durch das Prinzip der virtuellen Arbeiten depossediert sehen.

In der mathematischen Geographie vermifst man die bekannte und didaktisch wichtige Figur zur Erläuterung des Mondphasenwechsels. Ferner würde Ref. es für besser halten, gleich bei der scheinbaren Sonnenbewegung deren tägliche und jährliche Bewegung zu trennen und dadurch sofort und direkt zu dem so wichtigen Begriff der Ekliptik zu führen, statt erst die Tierkreissternbilder mit Hülfe der Beobachtung der Vollmonde festzustellen und dann erst zu allerletzt die Ekliptik als Sonnenbahn zu definieren. Das Verfahren des Verf. wäre ja auch nur dann genau, wenn die Mondbahnebene mit der Ekliptik wirklich zusammenfiele. Bei Erwähnung der mittleren Sonne hätte angegeben werden sollen, dass dieselbe sich auf dem Äquator statt auf der Ekliptik bewegend gedacht wird; der ganze diesbezügliche Passus gehört aber unseres Erachtens erst an das Ende des § 6.

Im ganzen möchten wir aber den vorliegenden Leitfaden als ein sehr dankenswertes Erzeugnis der Schulbuch-Litteratur bezeichnen und ihn auch zum Selbststudium angelegentlich empfehlen.

F. Kbr.

Grundrifs der Experimentalphysik für humanistische Gymnasien. Von W. Donle. Ausgabe B. Mit 136 in den Text gedruckten Figuren und 240 Übungsaufgaben. München und Leipzig, Dr. E. Wolff. 1897. 180 S. Preis geb. 2,40 M.

Der vorliegende Leitfaden ist nach den bayrischen Lehrplänen ausgearbeitet und beschränkt sich bei ganz kurz gefafster, aber klarer Darstellung unter Vermeidung eingehenderer, mathematischer Entwicklungen auf das notwendigste. Ob die Fortlassung der Elektrodynamik und der Thermoelektrizität, sowie in der Optik der ganzen Lehre von der Polarisation, Doppelbrechung und Interferenz von den bayrischen Lehrplänen ausdrücklich vorgeschrieben ist, wissen wir nicht; jedenfalls erscheint uns aber diese Sparsamkeit als viel zu weit getrieben, zumal wenn andererseits der Schraube beispielsweise fast zwei volle Seiten gewidmet werden. Ein Student, welcher die Universität mit einer so lückenhaften physikalischen Bildung, wie sie hier geboten wird, bezieht, dürfte wohl im späteren Leben oft die Mängel seiner Bildung zu fühlen haben und mit Recht die Schule oder diejenigen, die sie an vollkommenerer Ausbildung der Realien gehindert haben, anklagen. — Was im übrigen den vorliegenden Leitfaden betrifft, so ist derselbe vornehm ausgestattet. Die zahlreichen Figuren sind durchweg schematisch gehalten, aber durch besondere Klarheit und Verständlichkeit ausgezeichnet. Die jedem Paragraphen angefügten Fragen und Übungsaufgaben sind zweckentsprechend ausgewählt und geeignet, dem Schüler nützliche Anregung zu bieten. *F. Kbr.*

K. Koppes Anfangsgründe der Physik mit Einschlufs der Chemie und mathematischen Geographie. 21. Auflage, Ausgabe B in 2 Lehrgängen. II. Teil: Hauptlehrgang. Mit 318 Holzschnitten und einer Sternkarte. Essen 1898, G. D. Baedeker. X u. 472 S.

Die von Prof. Husmann besorgte, neue Auflage des zweiten Teils der Koppeschen Physik unterscheidet sich von der vorigen Auflage zunächst dadurch, dafs der Lehrstoff des ersten Teils in kurzer Form dem zweiten Teil einverleibt worden ist, sodafs dieser, vielfachen Wünschen entsprechend, ein selbständiges Compendium darstellt, dessen Benutzung den Besitz des ersten Teiles nicht voraussetzt. — Die Bearbeitung läfst überall in erfreulicher Weise das Bestreben erkennen, nicht nur den wissenschaftlichen Fortschritten zu folgen, sondern auch die vielfachen, neueren Anregungen zu didaktischen Vervollkommnungen im physikalischen Unterricht voll auszunutzen. So ist es gewifs nur zu billigen, wenn auf das Loosersche Thermoskop mehrfach Bezug genommen wurde, da dieser einfache und doch empfindliche Apparat zweifellos bald allgemein verbreitet sein wird. Eine Erwähnung des Rebenstorffschen Farbenthermoskops wäre dann aber in gleichem Mafse am Platze gewesen, da wohl kein Lehrer der Physik mehr dieses für den Unterricht unschätzbar wertvollen Hülfsmittels zur Erkennbarmachung höherer Temperatur wird entraten wollen. — Höchst erfreulich ist es, dafs die Ablenkung der Winde allein aus der Trägheitsbahn erklärt wird, während die Dovesche, nur für meridionale Strömungen geltende Erklärung aus der Veränderung der geographischen Breite endlich einmal ganz fallen gelassen wurde. — In der Mechanik hätte wohl dem Fall und Wurf eine etwas breitere und durch Beispiele erläuterte Behandlung zu Teil werden können. — In der Optik verdient die Behandlung der Photographie, in der Akustik die mathematische Entwicklung des Dopplerschen Prinzips und die Beschreibung des Phonographen hervorgehoben zu werden, da diese Dinge in anderen Schulbüchern bisher leider kaum berührt wurden. Andererseits hätten wir eine ausführlichere Darstellung der Interferenzerscheinungen und Erwähnung der Lissajouschen Figuren gewünscht. Die Abbildung Chladnischer Klangfiguren (Fig. 98) halten wir mit Bezug auf die Auswahl für mifslungen, da die schönsten und dabei sehr leicht herzustellenden Figuren nicht zur Darstellung gelangt sind. Auch halten wir es für bedenklich, wenn in dieser wie in vielen anderen Abbildungen (z. B. Fig. 215) Buchstaben eingedruckt sind, für welche der Text keine Erläuterung bietet. Gar mancher Lehrer könnte z. B. bei der Hochofen-Darstellung auf die Frage nach der Bedeutung aller

Buchstaben in Verlegenheit geraten, so nützlich sich diese auch bei der Besprechung erweisen mögen. Das Buch soll doch außerdem den Schüler auch beim Selbststudium unterstützen und darf ihm darum in keiner Hinsicht unverständlich sein. — Die Anordnung der Darstellung des Galvanismus entspricht durchaus dem praktischen Bedürfnis. Sicherlich werden die meisten Lehrer im Anschluß an die Besprechung der galvanischen Elemente sofort die chemischen Wirkungen des Stromes absolvieren; constante Ketten und die heute so wichtigen Akkumulatoren, mit denen man doch beständig arbeiten muß, dem Schüler erst am Schluß des Lehrkurses zu erklären, wie es die Leitfäden sonst vielfach vorschreiben, scheint auch dem Referenten unnatürlich und unnötig. Obgleich die Darstellung fast durchweg als recht klar und einfach bezeichnet werden muß, finden sich doch auch einzelne Stellen, die zu falscher Auffassung verleiten könnten. Wenn z. B. bei der Influenzmaschine gesagt wird, die sich ausgleichenden Elektrizitäten hätten eine „geringe“ Spannung, so kann der Schüler dadurch in seiner Vorstellung von „Spannung“ nur confus werden, denn bei der Influenzmaschine sieht er die längsten Funken, die ihm überhaupt gezeigt werden, als „gering“ kann die Spannung doch nur etwa im Vergleich mit der des Blitzes bezeichnet werden. Ebenso können wir nicht einsehen, warum S. 94 gesagt wird, die Gleichstrommaschinen arbeiteten ohne Anwendung eines Commutators, obgleich doch ein wesentlicher Teil der Maschine allgemein mit diesem Namen, und zwar mit vollem Recht, bezeichnet wird. Der Schüler muß doch gerade darauf hingewiesen werden, daß durch Bewegung von Drahtspulen im Magnetfelde nur Wechselströme entstehen können, und daß daher zur Erzielung des Gleichstroms eben ein „Commutator“ unentbehrlich ist. Einige störende Druckfehler befinden sich S. 197 (r statt R und A statt a). — Der astronomische Teil ist ebenso wie der chemische zweckmäßig bearbeitet; bei der Besprechung der mittleren Zeit wäre ein Hinweis auf die gesetzlich eingeführte mitteleuropäische Zeit recht notwendig. Endlich sei uns noch gestattet, die neu hinzugekommene Sternkarte als leider mißlungen zu bezeichnen, da man auf ihr wohl mit Leichtigkeit sehr viele Linien, aber nur mit großer Mühe die Sterne erkennen kann. Eine Sternkarte hat unseres Erachtens in erster Linie ein Bild des Sternenhimmels zu geben, das durch die notwendigen Namen und Einteilungen möglichst wenig gestört werden darf, damit es wirklich beim Anblick des Himmels zur leichten Orientierung dienen kann. Die dem vorliegenden Buch beigegebene Karte wird aber vollends unbrauchbar durch Überladung mit ganz entbehrlichem Alignement. Wirklich auffallende Constellationen, wie der große Bär oder die Cassiopeja, treten auch von selbst als solche hervor, wer wird aber bei Bootes außer Arktur noch andere Sterne beachten? Der herrliche Halbkreis der Krone ist in der vorliegenden Karte geradezu zerstört. *F. Kbr.*

Repetitorium der Chemie. Von Prof. Dr. Carl Arnold. 8. verb. u. ergänzte Aufl. Hamburg und Leipzig, Leopold Voss, 1898. XII u. 616 S. Geb. M. 6,00.

In der neuen Auflage ist das handliche und besonders für Pharmaceuten und Mediziner zweckmäßig eingerichtete Buch um einzelne kleinere Abschnitte über Aggregatzustand und physikalische Gemische sowie um verschiedene kurze Anmerkungen aus der physikalischen Chemie bereichert worden. Die Brauchbarkeit ist dadurch nur noch erhöht worden. *O. Ohmann.*

Die Wettervorhersage. Eine gemeinverständliche praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und -berichte. Im Auftrage der Direktion der Deutschen Seewarte bearbeitet von Prof. Dr. W. J. van Bebber, Abteilungsvorstand der Deutschen Seewarte. Mit 125 Abbild. 2. verbess. u. verm. Aufl. Stuttgart, F. Enke, 1898. XVI u. 219 S. M. 5,00.

Das vorstehende Buch des durch sein Handbuch der ausübenden Witterungskunde und zahlreiche andere Publikationen bekannten Verfassers will dahin wirken, daß die moderne praktische Witterungskunde mehr und mehr Gemeingut der ganzen Nation werde. Es richtet sich daher an alle, für deren Beruf die Wettervorhersage von irgendwelcher Bedeutung ist, an den Landwirt, den Baumeister, den Lehrer der Naturwissenschaften, den Kaufmann, Touristen, kurz an das große Publikum, dessen stetige Mitwirkung für eine gedeihliche Entwicklung der genannten Wissenschaft erheischt wird. Nach einer zwar kurzen, aber alles Wesentliche berührenden historischen Einleitung, in der besonders die Verdienste Humboldts und Doves volle Würdigung finden, wird zunächst das für die Erlangung einer allgemeinen Übersicht über die Witterungsvorgänge unserer Gegenden erforderliche Depeschenmaterial, sein Zustandekommen wie seine Verwertung in der Deutschen Seewarte, einer näheren Betrachtung unterzogen; darauf in großen Zügen die gegenwärtige Grundlage der Wettervorhersage und die Bedeutung der barometrischen Maxima und Minima dargelegt. Dies sowie die nunmehr folgende eingehende Betrachtung der Einzelfälle und aller wichtigen Witterungserscheinungen unserer Gegenden geschieht unter steter Berufung auf Wetterkärtchen, deren in dem Buche nahezu 200 vorhanden sind. Es wird gezeigt, wie auf Grund dieser Daten die Aufstellung von Wettervorhersagen ermöglicht ist und für die letztere ein auf Durchschnittswerten beruhendes Schema angegeben.

Für den Unterricht können mehrere Abschnitte unmittelbar verwendet werden, wobei sich Gelegenheit bieten wird, den durch manche Tageszeitungen mit gewisser Sensation verbreiteten irrigen und phantastischen Anschauungen — gegen die auch im Buche verschiedentlich Front gemacht wird — entgegenzutreten und auf die Lehren der jetzt mehr als je in festen Bahnen fortschreitenden wissenschaftlichen Meteorologie hinzuweisen. Dem Buch ist eine weite Verbreitung zu wünschen. *O. Ohmann.*

Programm-Abhandlungen.

Der vorbereitende physikalische Unterricht, Teil II. Verbunden mit einem Lehrbuch der Elektrotechnik für höhere Schulen. Von Dr. Paul Scholim. Kgl. Gymn. zu Königshütte O.-S. 1898. Pr. No. 200.

Die Abhandlung ist eine Fortsetzung der im vorigen Jahr erschienenen und in dieser Zeitschrift (*XI 91*) besprochenen. Sie umfafst die Wärmelehre und den gröfsten Teil der Elektrizitätslehre. Auch diese Abhandlung enthält eine ganze Reihe irriger Aufstellungen, von denen nur einige erwähnt seien. Nicht Joule, sondern bereits Rumford stellte den Versuch mit dem Kanonenrohr über Erzeugung von Wärme durch Arbeit an; Robert Mayer hat nicht die Molekularhypothese der Wärme vertreten; Temperatur ist nicht dasselbe wie Wärmeinhalt. In einer gleichmäfsig weiten Glasröhre erreicht das Wasser nicht schon bei 4°, sondern bei 6° seinen tiefsten Stand; das Wasser beginnt nicht bei 4° schon sich in Eis zu verwandeln; das spezifische Gewicht des Eises ist nicht „infolge luftführender Zwischenräume“ geringer als das des Wassers. In der Elektrizitätslehre wird aus einem Versuch mit parallel geschaltetem Eisen- und Kupferdraht gefolgert, dafs der elektrische Strom von zwei ungleichen Wegen immer den besser leitenden wählt! Den Abschnitt über die elektrotechnischen Grundbegriffe als „Lehrbuch“ zu bezeichnen, ist anspruchsvoll, da diese für U II bestimmten Darlegungen für ein solches viel zu dürftig sind. Ein dritter Teil soll im nächsten Programme folgen und Induktionsapparate, Elektrisiermaschine, nebst dem Schlufs des Lehrstoffs der U II behandeln. *P.*

Neuere Unterrichtsmittel. Von Oskar Troje. Altstädtisches Gymnasium zu Königsberg i. Pr., Ostern 1898. Pr. No. 8.

Der Verfasser beschreibt an erster Stelle die neue elektrische Einrichtung des physikalischen Zimmers der Anstalt. Zur Verfügung stand dafür der Strom der städtischen Centrale; die Anschlufsvorrichtung — von der eine schematische Darstellung beigegeben ist — ist sowohl zur Lichterzeugung (für eine Projektionslampe) als zu physikalischen Versuchen bestimmt. Als regulierbarer Widerstand in der Hauptleitung wird ein Lampenrheostat von 12 parallel geschalteten Lampen verwendet, mit dessen Hülfe man durch passende Einfügung von 16-, 25- und 32-kerzigen Lampen Stromstärken von $1/2$ bis 12 Ampère in Stufen von je $1/4$ Ampère herstellen kann; aufserdem ist ein Drahtregulierwiderstand (von Schuckert & Co.) mit grober und feiner Regulierung angebracht, der zur Herstellung beliebig kleiner Spannungsdifferenzen dient. Die Verbindung beider Arten von Rheostaten „gewährt dem Experimentierenden erst diejenige Bewegungsfreiheit, die er zu seinen Zwecken bedarf“. Die gröfsten Stromstärken kommen bei Herstellung der Kraftfelder galvanischer Ströme zur Anwendung. Der Verfasser ist der Ansicht, dafs die Frage der Einführung der Kraftlinien in den physikalischen Unterricht wesentlich damit zusammenhängt, ob man die hierhergehörigen Erscheinungen in hinreichend guter und kräftiger Ausbildung den Schülern zeigen kann oder nicht, und folgt daher bei seinem Unterricht den von Szymanski und Velde gegebenen Anregungen. Als Einzelheit sei noch erwähnt, dafs der Verfasser statt der meist gebräuchlichen Parallelschienen mit Stöpselung der Verwendung von Flügelschrauben den Vorzug giebt, die an der einen Querseite des Experimentiertisches liegen und zur Befestigung der Stromzuleitungsdrähte dienen. Auch die relativ geringen Kosten der Anlage findet man angegeben.

Ferner behandelt der Verfasser die Einrichtung und Verwendung eines an die Stromleitung angeschlossenen Projektionsapparates, der infolge einer Schenkung und andrer günstiger Umstände in seltener Vollkommenheit beschafft werden konnte. Das Lampenmodell ist so gewählt, dafs es auch für Spektralversuche benutzt werden kann. Der Verfasser erklärt diese Art der Demonstration für empfehlenswerter als die Verwendung des Heliostaten; sie ermöglicht die Spektralversuche über Körperfarben, Absorptionsspektra, Complementärfarben, Fluorescenz u. s. w. — Weitere Angaben beziehen sich auf die Aufstellung eines Projektionsmikroskops und namentlich auf die Beschaffung der Projektionsbilder; insbesondere wird auch auf die englischen und französischen Bezugsquellen verwiesen. Endlich giebt der Verfasser in einem Schlufsabschnitt dankenswerte Winke für die Selbstherstellung der Projektionsbilder. *P.*

Lehrplan für den naturkundlichen Unterricht in den Berliner Gemeindeschulen.

Dieser Lehrplan ist von Herrn Stadtschulinspektor Dr. Zwick zu Berlin entworfen und von der Berliner Schuldeputation den Gemeindeschulen zugesandt worden. Er hat seiner Zeit der naturwissenschaftlichen Vereinigung des Berliner Lehrervereins zu eingehender Beratung vorgelegen und setzt eine siebenklassige Schule voraus. Für den Unterricht in Physik, Chemie und Mineralogie sind darin folgende Bestimmungen getroffen.

Physik.

Der Unterricht in der Physik soll eine richtige Auffassung wichtiger Naturerscheinungen, ihres ursächlichen Zusammenhanges und gesetzmäfsigen Verlaufes herbeiführen und ihre praktische Anwendung erläutern. Die gelegentlichen Erfahrungen und die aufmerksame Beobachtung der Naturerscheinungen und der Vorgänge bei physikalischen Versuchen bilden die Grundlage. Die Versuche mit dem Schulapparat sind anzustellen, wenn die unmittelbare Beobachtung der Erscheinung deren Verlauf und richtige Auffassung nicht ermöglicht, oder wenn während der Betrachtung neue, die Thatsache betreffende Fragen auftauchen. Sie müssen sorgfältig ausgewählt und einfach sein, auch die Teile des Apparates und die Erscheinungen leicht erkennen lassen. Bei zusammengesetzten Apparaten ist eine Zeichnung an der Wandtafel erforderlich. Der Verlauf und ursächliche Zusammenhang der Erscheinungen wird in kurzer Beschreibung zusammengefafst und das Gesetz fest eingeprägt. In den Mädchenschulen treten die für die Hauswirtschaft wichtigen Erscheinungen in den Vordergrund.

Knabenschulen. 2. Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. In dieser Klasse kommen die leichteren Kapitel folgender Abschnitte zur Behandlung: Mechanik: Aggregatszustände, Schwere, Gewicht, Hebel, Wage, communicierende Gefäfse, Springbrunnen, Wasserleitung, Heber, Pumpe. Wärme: Ausdehnung, Thermometer, Schmelzen, Sieden, wässerige Niederschläge. Magnetismus: Magnetische Kraft, Magnete, Compafs. Elektrizität: Elektrische Kraft, Leitung, Verteilung, Elektroskop, Elektrophor, Elektrisiermaschine, Leydener Flasche, Gewitter. *1b Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. Sommer-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die für die 2. Klasse angegebenen Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel erweitert. Mechanik: Eigenschaften der Körper, Molekularkräfte, Pendel, Uhr, Gewichtsverlust, spezifisches Gewicht, Barometer, Luftpumpe. Wärme: Dampfmaschine. Elektrizität: Galvanische Grundversuche, Element, Strom, Galvanometer, Elektromagnet, Telegraph. Schall: Erregung, Fortpflanzung, Echo, Gehörorgan, Ton, tönende Saiten und Luftsäulen, Stimmorgan. Licht: Leuchtende und dunkle Körper, Fortpflanzung, Schatten, Reflexion, Planspiegel, Brechung, Linsen, Mikroskop, Fernrohr, Auge, Brille, Prisma, Regenbogen. *1a Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die in den Klassen 2 und 1b behandelten Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel, bei denen besonders die praktische Anwendung der Erscheinungen und Gesetze zu berücksichtigen ist, ergänzt: Mechanik: Brückenwage, schiefe Ebene, freier Fall, Centralbewegung, hydraulische Presse, Luftballon. Wärme: Lokomotive, Wind und Wetter, Wärmequellen. Elektrizität: Induktion, Dynamomaschine, Bogen-, Glühlicht, elektrische Eisenbahn, Telephon. Licht: Photographie.

Mädchenschulen. 2. Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. Pensum der 2. Knabenklasse. *1b Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die für die 2. Klasse angegebenen Abschnitte werden wiederholt und durch folgende Kapitel erweitert: Mechanik: Uhr, Barometer, Luftpumpe. Wärme: Dampfmaschine, Wärmequellen. Schall: Erregung, Fortpflanzung, Echo, Gehörorgan, Ton, Stimmorgan. *1a Klasse.* Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Die in den Klassen 2 und 1b behandelten Abschnitte werden wiederholt und durch die folgenden ergänzt: Elektrizität: Galvanische Grundversuche, Elektromagnet, Telegraph, Induktion, Dynamomaschine, Bogen-, Glühlicht, elektrische Eisenbahn, Telephon. Licht: Leuchtende und dunkle Körper, Reflexion, Planspiegel, Brechung, Linsen, Mikroskop, Fernrohr, Auge, Brille, Prisma, Regenbogen.

Chemie.

Ia Knabenschulen: Winter-Halbjahr, wöchentlich 2 Stunden. Mädchenschulen: Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Der chemische Unterricht soll die Kinder durch eigene Anschauung mit einigen Eigenschaften und Umwandlungen für das praktische Leben wichtiger Substanzen bekannt machen. Bei den Mädchen treten diejenigen in den Vordergrund, welche für die Hauswirtschaft Bedeutung haben. Die Erfahrungen und zweckmäfsig ausgewählte chemische Versuche bilden die Grundlage. Zu den letzteren ist eine Sammlung chemischer Präparate und Gerätschaften erforderlich. Der Unterricht erstreckt sich auf den folgenden Stoff, in welchen der bereits in der Mineralogie erledigte gelegentlich einzuschalten ist: Chemischer Prozefs, Verbindung, Element, Wasserstoff, Sauerstoff, Verbrennung, Atmung, Wasser, Stickstoff, Luft, Chlor, Kohlenstoff, Leucht- und Heizstoffe, Leuchtgas,

Lampe, Öfen, Pottasche, Soda, Kalk, Mörtel, Pflanzen- und Tierfaser, Stärke, Zucker, Gährung, Fette, Seife, Eiweifs, Nahrungsmittel. Kalk und Mörtel fallen für die Mädchenschulen weg.

Mineralogie.

Knabenschulen. 1b Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Der Unterricht in der Mineralogie soll die Kinder mit einigen der wichtigsten Mineralien und Gesteine nach Eigentümlichkeiten, Bedeutung für den Naturhaushalt und Anwendung bekannt machen. Die Grundlagen bilden die Erfahrungen der Kinder sowie die Beobachtungen an vorliegenden Mineralien und einfachen chemischen Versuchen. Die letzteren sind unentbehrlich, sie bilden auch die Vorbereitung auf den späteren chemischen Unterricht und dessen notwendige Ergänzung. Die Vorbegriffe werden, soweit sie nicht schon gelegentlich Erörterung fanden, von vornherein an einigen Vertretern wichtiger Gruppen erläutert. Hierzu dienen die folgenden, deren Reihenfolge dem Lehrer überlassen bleibt: Granit, Kalkstein, Steinsalz, Schwefel, Quarz, Bleiglanz. Der weitere Unterricht erstreckt sich über die in nachfolgender Anordnung zu behandelnden Mineralien: Mineralien der Nichtmetalle: (Schwefel,) Steinkohle, (Kohlen,) (Quarz,) Glas. Mineralien der Metalle. a) Leichtmetalle: (Steinsalz,) (Kalkstein,) (Granit,) Ackererde, Thon, Thonwaren. b) Schwermetalle: Eisenerze, Eisen, Bleierze, Blei (Bleiglanz), Kupfererze, Kupfer. Den Schlufs bilden einige Belehrungen über wichtige Gesteine der Erdrinde, nämlich (Granit,) Gneis, Sandstein, Basalt, Thonschiefer und deren Veränderungen durch Wasser, Luft, Wärme und Organismen. Hierbei ist stets an bekannte Naturerscheinungen anzuknüpfen. Ein geeignetes Lehrmittel für den Unterricht ist der „Leitfaden für den Unterricht in der Mineralogie“ von Dr. Zwick, Berlin, 4. Aufl.

Mädchenschulen. 1b Klasse. Winter-Halbjahr, wöchentlich 1 Stunde. Pensum der 1b Knabenklasse, jedoch ist denjenigen Mineralien und Produkten, welche für die Hauswirtschaft wichtig sind, mehr Zeit zu widmen, die anderen sind kürzer zu behandeln.

Versammlungen und Vereine.

Naturwissenschaftlicher Ferienkursus in Göttingen vom 14. bis 27. April 1898.

Die Zahl der Teilnehmer an dem diesjährigen Ferienkurse betrug nur 15. Aufserdem nahmen noch 2 Hospitanten teil. Ob diese geringe Beteiligung — es sind für jede Provinz 6, im ganzen also 24 Teilnehmer vorgesehen — wirklich, wie es während des Kursus mehrfach ausgesprochen wurde, darin ihren Grund hat, dafs einzelne Anstalten den Teilnehmern reichliche Unterstützung gewähren, andere aber, besonders die königlichen, nicht, mag dahingestellt sein. Auffallend bleibt es jedenfalls, wenn aus der Provinz Hannover selbst nur 2 Herren zu dem Kurse gekommen sind. Es wurden folgende Vorträge gehalten:

Prof. Behrendsen, über die Grenzen des physikalischen Unterrichts. Der Vortrag, der im physikalischen Unterrichtszimmer des kgl. Gymnasiums gehalten wurde und der nicht so sehr neue Gesichtspunkte eröffnen, als vielmehr zum Austausch der Ideen anregen sollte, behandelte folgende Punkte: 1. die mathematische Behandlung der Physik. Die mathematische Formulierung der Gesetze und Deduktionen aus ihnen sind nicht zu entbehren. Für einzelne Teile der Physik ist die deduktive Behandlung vorzuziehen, für andere die induktive. Die mathematische Deduktion mufs aber einfach sein, deshalb werden die anschaulichen geometrischen Methoden, die graphische Darstellung empfohlen. 2. die messenden Versuche. Nur in einzelnen Teilen der Physik sind sie bis jetzt gebräuchlich, sie müssen aber in allen Teilen gegenüber den blofs qualitativen Versuchen die erste Stelle einnehmen, da ohne sie nirgends ein wirkliches Verständnis möglich ist. Zahlreiche messende Versuche wurden vorgeführt, wie die Messung von Ausdehnungscoëfficienten, spezifischen Wärmen, des mechanischen Äquivalents der Wärme, des Verhältnisses $c_p : c_v$, der Horizontalintensität des Erdmagnetismus, der Kapazität von Condensatoren, des Potentials, der Dielektrizitätskonstante (nach Mach), und an ihnen gezeigt, wie man mit einfachen Mitteln, ohne zu viel Zeit zu gebrauchen, Messungen im Unterricht vornehmen kann. 3. die Verwertung des Energiebegriffs im Unterricht. Der Vortragende tritt warm für eine energetische Behandlung der Physik in den Schulen ein und giebt einen Überblick über einen Lehrgang der gesamten Physik vom energetischen Standpunkt. 4. die Verwertung der moderenen Anschauungen über Elektrizität und Magnetismus im Unterricht. Die Hypothese der beiden Fluida ist durch Faradays Theorie verdrängt; die modernen Theorieen (etwa nach Ebert) in den Unterricht dafür einzuführen, wird nicht befürwortet. Die Kraftlinien sind zwar zu benutzen, aber nur in ihrer geometrischen Bedeutung in Verbindung mit dem Potential. Der Vortrag gab Gelegenheit, zahlreiche für den Unterricht geeignete Experimente vorzuführen und zu zeigen, wie man mit möglichst einfachem

Apparat selbst Versuche wie die Teslaschen, die Hertzschen Schwingungen, Versuche zum Nachweis der Identität von Licht und elektrischen Wellen, Marconis Telegraphie ohne Draht etc. im Unterricht ausführen kann.

Prof. Des Coudres und Dr. Wachsmuth: Vorträge und Demonstrationen aus dem Gebiete der Elektrotechnik. Die Vorträge wurden im neueingerichteten elektrotechnischen Institut der Universität gehalten. Prof. Des Coudres bespricht einleitend den Gegensatz, der zwischen den Bestrebungen der Universitäten und technischen Hochschulen besteht (vergl. die Schrift von Prof. Riedler), und führt als Beispiel dafür, wie wertvoll stets die rein wissenschaftliche Arbeit für die Technik gewesen sei, den Thomsonschen Satz über die Wirtschaftlichkeit einer elektrischen Energieübertragung an (Lord Kelvin 1881). Dann giebt er einen Überblick über die Entwickelung der Elektrotechnik seit der Frankfurter Ausstellung (1891). Die Epoche, die mit dieser Ausstellung begann, ist noch nicht abgeschlossen; grofse neue Gedanken sind in ihr nicht aufgetreten, die Arbeit galt dem technischen Ausbau und der wirtschaftlichen Ausnutzung dessen, was die Ausstellung an neuen Ideen gebracht hatte. Wechselstrom- und Mehrphasenstromgeneratoren und Motoren sowie Transformatoren wurden demonstriert und an Modellen erläutert und dann die Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt, die Anlagen am Niagarafall, am Nordostseekanal und die Luganostrafsenbahn besprochen. Bemerkungen über die neuere Litteratur führen auf die für die Praxis so wichtigen graphischen Methoden. 3 Arten von Diagrammen werden in der Wechselstromtechnik gebraucht, das Wellen-, das Polar- und das Vektordiagramm. Ihre Anwendung wird an Beispielen erläutert, mit dem besonders wichtigen Vektordiagramm ein Wechselstrom in seine wattlose und seine Wattcomponente zerlegt und seine Energie bestimmt. Die Componenten werden nach der „Dreivoltmetermethode“ gemessen. Dr. Wachsmuth entwickelt dann kurz die Theorie der Wechselstromgeneratoren. Die Formeln für die elektromotorische Kraft, die Stromstärke, die Energie entwickelt er zunächst für den Fall einer einfachen Stromschleife im magnetischen Felde, dann für den Fall, dafs die Selbstinduktion zu berücksichtigen ist und endlich wenn eine Kapazität (eines Condensators) eingeschaltet wird, wendet diese Formeln dann auf die Wechselstrommaschinen an, bespricht die Vorteile dieser Maschinen bei den verschiedenen Arten ihrer Verwendung, speziell bei der Fernleitung wegen der Einfachheit der Transformation, und behandelt endlich die Generatoren und Motoren für Mehrphasenströme und die verschiedenen Arten der Schaltung bei der Fernleitung, insbesondere bei Dreiphasenströmen. Das alles erläutert er durch zahlreiche Experimente und an ausgeführten Zahlenbeispielen. Im Anschlufs an den Vortrag werden die wichtigsten elektrotechnischen Mefsinstrumente erklärt und mit ihnen Messungen ausgeführt.

Prof. Meyer: Anwendung physikalischer Gesetze auf die Kraftmaschinen. Nach einem kurzen Überblick über die Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie werden dieselben zuerst auf Dampfmaschinen, die mit gesättigtem Dampf arbeiten, angewandt. Für eine Dampfmaschinenconstruktion mit Condensation, in der der Dampf möglichst einen Carnotschen Kreisprozefs durchläuft, läfst sich theoretisch der Nutzeffekt auf 33% berechnen, in Wirklichkeit aber geben die besten Maschinen nur 16%. Die verschiedenen Wärmeverluste und ihr Einflufs auf den Nutzeffekt werden zahlenmäfsig bestimmt, die durch sie bedingte Änderung des Dampfmaschinendiagramms graphisch dargestellt und die Mittel besprochen, um diese Verluste möglichst gering zu machen. Verluste treten ein 1. im Kessel; die verschiedenen Kesselconstruktionen werden besprochen; 2. durch Abweichung des Kreisprozesses der Maschine vom Carnotschen, weil die Compression des Dampfes auf die Kesselspannung wegfällt, durch Expansion die Dampfspannung nicht bis zur Condensatorspannung erniedrigt werden kann, endlich durch die Steuerung, durch den schädlichen Raum im Cylinder, durch Vorausströmung des Dampfes und früheres Abschliefsen Änderungen des Diagramms bedingt sind; 3. durch Massenwirkungen in der Maschine, denn die Bewegung der Maschinenteile verbraucht Arbeit; 4. durch Wärmeaustausch mit den Wandungen. Dieser Verlust besteht nicht etwa in einer Wärmeabgabe nach aufsen, sondern die Wärme wird, bevor sie Arbeit leistet, dem Dampf durch die Wandung entzogen und wieder an ihn abgegeben, wenn keine Arbeit mehr zu leisten ist. Er ist besonders grofs bei kleinen Maschinen und wird am kleinsten bei den Maschinen mit mehrstufiger Expansion, den Compoundmaschinen, deren Construktion und Vorteile nun besprochen werden. Die Dampfmaschinen mit überhitztem Dampf geben, weil der zuletzt angeführte Verlust bei ihnen klein ist, günstige Wärmeausnutzung auch bei kleinen Maschinen. Heifsluftmaschinen geben nur kleinen Nutzeffekt und werden deshalb in der Technik nicht mehr gebraucht. Von den Gasmaschinen wird zuerst die Construktion und Arbeitsweise beschrieben, dann theoretisch das Diagramm construirt. Das wirkliche Diagramm weicht etwas davon ab. Die Formeln für den Nutzeffekt als Funktion der Volumina oder der Drucke ergeben den Satz, dafs für diese Motoren nicht der Carnotsche Kreisprozefs der günstigste ist, sondern der, bei welchem alle Wärme bei kleinstem Volum (gröfstem Druck) zugeführt und bei gröfstem Volum (kleinstem Druck)

fortgeführt wird. Da die Gasmotore diesen Anforderungen ziemlich gut entsprechen, so geben sie grofsen Nutzeffekt. Durch die neuesten Verbesserungen, welche Herabsetzung der Wärmeverluste und Vergröfserung des thermodynamischen Wirkungsgrades (Verkleinerung des Compressionsraumes, veränderte Zündung) bezwecken, ist der Nutzeffekt auf 30 bis 40% erhöht; bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist aber der höhere Preis der aus Gas entwickelten Wärme in Rechnung zu stellen. Das hat zur Verwendung des Dowsongases geführt. Die Construktion von Petroleum- und Benzinmotoren wird dann kurz besprochen und zum Schlufs auf den Dieselmotor genauer eingegangen. An die einzelnen Teile des Vortrags schlofsen sich Demonstrationen in dem neu erbauten Laboratorium für angewandte Physik. Hier waren eine Anzahl von Motoren (Dampf- und Gasmotoren) aufgestellt und in Betrieb gesetzt, die mit allen Einrichtungen versehen waren, um an ihnen die verschiedensten thermodynamischen und calorimetrischen Messungen auszuführen und die indizierte wie die Bremsarbeit zu bestimmen. Die Ausführung dieser Messungen wurde demonstriert.

Prof. Riecke: Entladungserscheinungen der Elektrizität. Zuerst werden Entladungserscheinungen in freier Luft und die Methoden zur Messung des Potentialgefälles und der Temperatur demonstriert, dann werden die Entladungen in Röhren bei wachsender Verdünnung der Luft vorgenommen und die Änderungen der Lichterscheinungen beobachtet. Es folgen Entladungen in elektrodenlosen Röhren, Ablenkung der Strahlen durch den Magneten, Messung des Potentialabfalles. Nachdem dann gezeigt ist, dafs die Kathodenstrahlen durch Emission negativ-elektrischer Teilchen erzeugt werden, wird die mathematische Theorie über die Beziehungen zwischen dem Potentialgefälle und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, der ponderabeln und der elektrischen Masse der Teilchen entwickelt und aus der magnetischen und elektrischen Ablenkung der Teilchen ihre Geschwindigkeit bestimmt. In gleicher Weise werden die Goldsteinschen Kanalstrahlen behandelt, die durch Emission von positiv-elektrischen Teilchen erzeugt werden. An den Vortrag schlofs sich eine Besichtigung des physikalischen Instituts mit Demonstrationen.

Prof. Wallach: Neue Elemente und deren Beziehungen zum periodischen System. Nachdem historisch die älteren Versuche, unter den Elementen gesetzmäfsige Beziehungen zu finden (Döbereiners Triaden, Proutsche Hypothese eines Urstoffs) angeführt sind, wird das periodische System der Elemente von L. Meyer und Mendelejeff eingehend an Tabellen und graphischen Darstellungen erläutert. Die neuen Elemente Argon und Helium haben sich aber bis jetzt in das System nicht einfügen lassen. Bei kritischer Betrachtung zeigt das periodische System, obgleich es eine grofse Zahl von Gesetzmäfsigkeiten in einfacher Weise ausdrückt, doch grofse Schwächen. Eine Anzahl derselben wird besprochen und dann über die Entdeckungsgeschichte und die verschiedenen Darstellungsmethoden von Argon und Helium, ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften, sowie die verschiedenen bis jetzt vergeblichen Versuch, sie in das periodische System einzureihen, berichtet. An den Vortrag schlofs sich eine Demonstration über die Verwendung der Kekuleschen Atommodelle im Unterricht zur Erläuterung des Affinitätsbegriffes und der Isomerieerscheinungen, weiter Versuche mit Natriumsuperoxyd und mit comprimiertem Sauerstoff, und endlich wurden die Einrichtungen und Unterrichtsmittel des chemischen Laboratoriums besichtigt.

Prof. Kerp, über neue Verbindungen aus dem Gebiete der anorganischen Chemie.

Prof. Liebisch, über die Symmetrie physikalischer Vorgänge mit Demonstrationen.

Prof. Hilbert, über moderne Gesichtspunkte der Elementargeometrie.

Prof. Ehlers, über die neueren Anschauungen über Verwandtschaftsverhältnisse wirbelloser Tiere.

Prof. Peters, über Zellkerne, Fortpflanzung, Reizempfindung bei Pflanzen. Demonstration von Lehrmitteln. Im Anschlufs an diesen letzten Vortrag wurden mehrere botanische Exkursionen gemacht.

Dr. E. Götting (Göttingen).

Correspondenz.

Herr Prof. Dr. Carl Heinrich Müller zu Frankfurt a. M. schreibt uns:

„1. Längere Erfahrungen haben mich überzeugt, dafs das absolute Mafssystem — ich nenne es lieber das physikalische — auch im Unterrichte den Vorzug verdient vor dem technischen (terrestrischen), und zwar mufs sofort auf der ersten Stufe mit einer anschaulichen Darstellung des schwierigen Punktes begonnen werden. Ich benutze hierzu Federwage (Jolly) und Balkenwage. — 2. Es läfst sich nicht vermeiden, von vornherein das physikalische (absolute) und das technische Kraft-Mafs nebeneinander zu führen. Dem mifslichen Umstand, dafs „Gramm", „Kilogramm" doppelsinnig erscheinen, in erster Linie als Masse und dann als Kraft, begegnet man am besten dadurch, dafs man strenge unterscheidet zwischen „Kraft-Gramm" und „Massen-Gramm" u. s. w.

Ersteres wird in der üblichen Weise mit g, letzteres mit $\bar{\bar{g}}$ bezeichnet. Bei jeder praktischen Aufgabe mit Kilogrammen ist daher die erste Frage: Liegen hier Kraft- oder Massen-Kilogramme vor? — Die Antwort ergiebt sich meist sofort aus dem Zusammenhange. Die bekannte Formel $m = V \cdot s$ lautet daher z. B. in Worten: Das Massengewicht in Grammen wird gefunden, indem man die Mafszahl des Volums in cm^3 mit dem spezifischen (Massen-) Gewichte multipliziert. Dagegen wird die fundamentale Formel $P = mg$ etwa so zu übersetzen sein: Das Kraftgewicht in Dynen wird gefunden, indem man die Mafszahl des Massengewichts mit der Schwerbeschleunigung in cm-sec (Gal) multipliziert. — 3. Der Beibehaltung der Kraft-Gramme u. s. w. in der Hydro- und Aëromechanik ist wegen der Einfachheit der Auffassung entschieden beizustimmen. — 4. Die Namen „Cel“ (Celeritas) und „Gal“ (Galilei) sind brauchbar und auf der Frankfurter Naturf.-Versammlung von Herrn v. Öttingen zuerst in Vorschlag gebracht worden. D. Zeitschr. *X 56*. — 5. Ebenso pflichte ich durchweg der Ansicht Höflers bei, dafs in der schriftlichen Beifügung der Mafszeichen, namentlich der Dimensional-Exponenten, recht sparsam verfahren werde, dafs aber mündlich recht häufig in der gründlichen Fourierschen Manier die Dimensionen geprüft werden mögen. — 6. Im Gegensatze zum Herausgeber der Zeitschrift schlage ich vor, fortan die Mafseinheiten cursiv, die Mafszahlen antiqua drucken zu lassen, wie das schon lange gebräuchlich, z. B. bei *M*, *ℳ* u. s. w. — 7. Dem systematischen Aufbaue: Geometrie, Kinematik, Dynamik und demgemäfs CSG dürfte man wohl gerne zustimmen, vornehmlich aus philosophischen Gründen. — 8. Zum Schlusse mache ich auf die Abhandlungen des Oberlehrers Dr. Kiel in Bonn über das absolute Mafssystem aufmerksam.“

Herr Höfler bemerkt hierzu: „Ich freue mich, dafs die meisten meiner Anregungen die Zustimmung des Herrn Prof. C. H. Müller gefunden haben. — Zu 2.: Das Zeichen $\mathfrak{g}$ (fraktur) scheint mir immer noch einfacher als eine Zusammensetzung wie $\bar{\bar{g}}$ oder g^* [letztere Bezeichnung wurde von dem Chicagoer Congrefs (d. Zeitschr. *VII 211*) gebilligt und auch von K. Strecker in dem *Hilfsbuch für die Elektrotechnik* eingeführt], zumal solche Lettern erst geschnitten werden müfsten. — Zu 4.: Es war mir wertvoll, zu erfahren, dafs auch von anderer Seite schon ähnliche Vorschläge gemacht sind. Um einer Zersplitterung vorzubeugen, gebe ich von meinen drei Bezeichnungen cel und accel den Vorzug. — Zu 6.: Für die Entscheidung der Redaktion spricht, dafs die Mafseinheiten Dinge sind und daher wie alle anderen Dinge, also antiqua zu setzen sind; dagegen sind die Zeichen für die Mafszahlen künstliche Übertragungen, was durch die *cursive* Schrift hervortritt.“

Die Redaktion bedauert, den unter 6. gemachten Vorschlag des Herrn Müller ablehnen zu müssen, da die angesehensten und verbreitetsten deutschen Zeitschriften unseres Faches, wie *Wiedemanns Annalen*, die *Zeitschrift für Instrumentenkunde* und die *Elektrotechnische Zeitschrift* ebenfalls die Mafszahlen cursiv setzen lassen, und es sich nicht empfiehlt, von dem jetzt herrschenden Gebrauch ohne triftigen Grund abzuweichen.

Herr Prof. K. Noack teilt uns mit, dafs er das Prinzip des von Herrn Prof. Looser in dieser Zeitschr. *XI 165* beschriebenen Apparates für Wärmeleitung zum gleichen Zwecke schon verwendet habe (*Zeitschr. z. Förderung d. phys. Unterr. III 67, 1886*), dafs sein Apparat in den Preislisten einiger Firmen (z. B. Stöhrer, 1892 S. 90, Ernecke, No. 11 S. 95) seither öfter angezeigt worden sei, und dafs er eine Beschränkung auf drei oder vier Metallstäbe auch heute noch aus praktischen und didaktischen Gründen für richtiger halte.

Herr Prof. Looser bemerkt dazu, dafs sein Apparat sich aus seinen Versuchen mit dem Differential-Thermoskop naturgemäfs ergeben habe; er wolle aber gern die Verdienste Anderer gelten lassen und anerkennen; wäre ihm Noacks Apparat bekannt gewesen, so würde er selbst darauf hingewiesen haben.

Zu dem Bericht über die 7. Hauptversammlung des „Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“ (ds. Zeitschr. *XI 197*) bemerkt Herr Dr. E. Löwenhardt, dafs das Thema seines Vortrages nicht genau wiedergegeben sei; es müsse heifsen „Über schriftliche Arbeiten im chemischen Unterricht“ statt „Die Notwendigkeit von Hausarbeiten etc.“ Der Vortrag bezog sich übrigens nicht vorwiegend auf Hausarbeiten, sondern der Vortragende gab an, dafs er die meisten diesbezüglichen Arbeiten als Klassenarbeiten anfertigen lasse.

Himmelserscheinungen im Oktober und November 1898.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

	Oktober						November						
Monatstag	2	7	12	17	22	27	1	6	11	16	21	26	
Heliocentrische Längen.	134°	159	181	199	215	230	244	258	272	286	302	319	☿
	333	341	349	357	5	13	21	29	37	45	53	61	♀
	9	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	♁
	66	69	71	74	76	79	81	84	86	89	91	94	♂
	200	200	201	201	201	202	202	202	203	203	204	204	♃
	253	253	253	253	253	254	254	254	254	254	254	254	♄
Aufst. Knoten.	283	283	283	282	282	282	282	281	281	281	281	280	☾
Mittl. Länge.	35	101	166	232	298	4	70	136	202	268	333	39	☾
Geocentrische Rektascensionen.	36	102	161	226	302	6	71	134	192	267	339	41	☾
	177	185	193	201	209	217	224	232	240	248	255	263	☿
	232	236	241	245	248	251	254	255	256	255	253	251	♀
	189	193	198	202	207	212	217	222	227	232	237	242	☉
	108	111	114	116	119	121	123	125	127	128	130	131	♂
	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	♃
	246	247	247	248	248	249	249	250	250	251	252	252	♄
Geocentrische Deklinationen.	+19	+23	+3	−21	−19	+8	+25	+14	−11	−24	−4	+20	☾
	+3	−0	−4	−8	−11	−15	−18	−20	−22	−25	−25	−26	☿
	−23	−24	−26	−27	−27	−28	−28	−28	−28	−27	−26	−25	♀
	−4	−6	−7	−9	−11	−13	−15	−16	−18	−19	−20	−21	☉
	+23	+23	+23	+22	+22	+22	+21	+21	+21	+21	+21	+21	♂
	−6	−7	−7	−7	−8	−8	−9	−9	−9	−10	−10	−10	♃
	−20	−20	−20	−20	−20	−21	−21	−21	−21	−21	−21	−21	♄
Aufgang.	$18^h 6^m$	18.15	18.24	18.33	18.42	18.51	19.0	19.10	19.19	19.28	19.36	19.45	☉
	$6^h 1^m$	9.56	15.53	22.35	1.52	3.23	5.49	11.9	17.24	23.20	0.57	2.32	☾
Untergang.	$5^h 33^m$	5.22	5.10	4.59	4.48	4.38	4.28	4.19	4.11	4.3	3.57	3.52	☉
	$22^h 32^m$	2.0	3.38	5.20	10.54	17.39	23.16	1.11	2.29	5.56	12.50	19.8	☾
Zeitgleichg.	$-10^m 42^s$	−12.11	−13.30	−14.36	−15.28	−16.3	−16.19	−16.15	−15.50	−15.3	−13.56	−12.30	☉

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Oktober 7	6^h		Mond in Erdferne	November 4	2^h		Mond in Erdferne
7	7	5^m	Letztes Viertel	6	3	28^m	Letztes Viertel
15	1	37	Neumond	13	13	21	Neumond
19	15		Mond in Erdnähe	15	21		Mond in Erdnähe
21	22	9	Erstes Viertel	20	6	5	Erstes Viertel
29	1	18	Vollmond	27	17	39	Vollmond

		☿	♀	♂	♃	♄
Aufgang der Planeten.	Okt. 16	$18^h 13^m$	23.10	9.50	18.14	22.41
	Nov. 15	21. 1	22.5	8.50	16.53	21.0
Untergang der Planeten.	Okt. 16	5. 5	6.0	2.18	5.3	6.59
	Nov. 15	4. 33	4.41	0.58	3.18	5.9

Constellationen. Oktober 2 18^h ♂ ☌ ☾; 13 12^h ♃ ☌ ☉; 15 1^h ☿ ☌ ☾; 15 4^h ♃ ☌ ☾; 16 5^h ☿ ☌ ♃; 17 8^h ♂ □ ☉; 18 8^h ♀ ☌ ☾; 18 11^h ♄ ☌ ☾; 19 4^h ☿ obere ☌ ☉, wird Abendstern; 28 ♀ im gröfsten Glanze. — November 5 4^h ☿ im Aphel; 5 5^h ♂ ☌ ☾; 10 23^h ♀ stationär; 12 0^h ♃ ☌ ☾; 14 16^h ☿ ☌ ☾; 15 6^h ♀ ☌ ☾; 19 21^h ☿ ☌ ♀.

Jupitermonde. Da alle überhaupt, nämlich nach Mitte November, sichtbaren Erscheinungen in die Morgenstunden nach 16^h fallen, sind Angaben darüber für unsern Leserkreis gegenstandslos.

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Okt. 2 14^h, 5 11^h, 8 8^h, 11 5^h, 22 16^h, 25 13^h, 28 9^h, 31 6^h; Nov. 11 18^h, 14 14^h, 17 11^h, 20 8^h, 23 5^h. Aufserdem sind *β, R Lyrae, η Aquilae, ζ, η Geminorum, α, δ Orionis, β, R Lyrae, α, u, g Herculis*, sowie *Mira Ceti* zu beobachten.

Sternschnuppen. Durch den Neumond begünstigt, werden die Leoniden, deren Maximum dem Ende des Jahrhunderts naheliegt, vielleicht schon in diesem Jahre in bedeutender Anzahl auftreten.

J. Plafsmann, Warendorf.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. **Sechstes Heft.** November 1898.

Eine Radwage als schiefe Ebene.

Von
P. Johannesson in Berlin.

Die schiefe Ebene, wie sie zum Nachweis des Gleichgewichtsgesetzes meistens benutzt wird, hat zwei Mängel: Sie liefert einmal wegen der schlecht vermiedenen Reibung nur ungenaue Ergebnisse; daneben besitzt sie keine stabile Einstellung, so dafs es umständlich ist, das zum Halten der Last nötige Gewicht auszuproben.

Beiden Mängeln wird abgeholfen, wenn man den Gedanken verwirklicht, durch welchen Galilei[1]) die Aufgabe der schiefen Ebene auf die des Winkelhebels zurückführte. Für das Gleichgewicht genügen schiefe Ebenen von unendlich kleiner Länge; daher befindet sich eine Last, die auf einer in lotrechter Ebene verlaufenden Kreisbahn ruht, zugleich auf einer schiefen Ebene, nämlich auf einem unendlich kurzen und daher als gerade annehmbaren Bogen. Statt aber der Last eine feste Kreisbahn als Unterlage zu geben, darf man sie auch am Ende eines Hebelarms MA (Fig. 1) befestigen; in beiden Fällen ist die Last dem gleichen Zwange unterworfen. Wählt man nun den zweiten Hebelarm MB stets wagerecht und von der Länge des ersten, so wird die für das Gleichgewicht nötige Belastung des wagerechten Arms zu der des geneigten sich umgekehrt verhalten wie die in wagerechter Richtung gemessenen Hebelarme, d. h. wie MC zu MB oder MA und damit wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke MAC und DEF wie die Höhe EF zur Länge ED der schiefen Ebene.

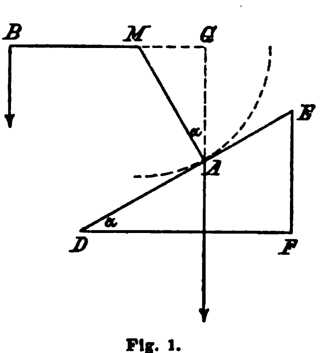


Fig. 1.

Gegen Galileis Herleitung ist eingewendet worden[2]), dafs sie schon voraussetze, was sie beweisen wolle; der Satz vom Winkelhebel benutze nämlich die Zurückführung eines geneigten Hebelarms auf einen wagerechten oder, was dasselbe sei, die Wirkung, die eine lotrechte Kraft in schiefer Richtung äufsere; diese Teilkraft zu ermitteln, sei jedoch gerade die bei der schiefen Ebene vorliegende Frage, so dafs Galileis Gedankengang sich im Kreise bewege. — Diese Einwendung ist nur zum Teil richtig; denn die Zurückführung des geneigten Hebelarms MA auf den wagerechten MC ist doch verschieden von der Ermittelung der an MA senkrecht angreifenden Teilkraft. Richtig aber bleibt, dafs man Galileis Gedankengang auch umkehren, nämlich den Satz der schiefen Ebene zur Voraussetzung und den vom Winkelhebel zur Folgerung machen könnte. Für welche Voraussetzung man sich jedoch auch immer entscheiden mag, keine folgt aus blofser Vernunft; denn beide mit Hilfe des Grundgesetzes von der Verlegbarkeit des Angriffspunkts einer Kraft, nämlich durch Verlegung von A nach

[1]) *Les Méchaniques de* Galilée, *traduites de l'Italien par* Mersenne. *Paris 1634. Chap. IX.*
[2]) E. Dühring, *Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik. 2. Aufl. 1877. — No. 27.*

C, zu beweisen, ist bedenklich, da die uneingeschränkte Verwendung dieses neuen Grundgesetzes den so wesentlichen Unterschied der drei Gleichgewichtsarten aufhebt. Daher bedürfen beide Sätze, vom Winkelhebel und von der schiefen Ebene, der erfahrungsmäfsigen Bestätigung, die sich auch geben läfst. Die hierzu dienende Vorrichtung soll Radwage heifsen und ist folgendermafsen eingerichtet.

Der mit einer Hohlkehle versehene Rand eines Aluminiumrades (Fig. 2), das in einem wagerechten Spitzenlager läuft, trägt an den Enden eines Durchmessers auf der Rückseite Einschnitte, die bis zur Mitte der Hohlkehle geführt sind. In die Hohlkehle sind an beiden Einschnitten mit verknoteten Enden zwei lange Frauenhaare eingelegt, deren frei herabhängende Enden durch Träger von je 1 Gramm beschwert sind. Auf beide Träger können beliebig viele Gramm- und Decigrammringe geschoben werden. Unter dem Rade befindet sich dicht hinter den Haaren eine wagerechte Teilung, deren Nullpunkt lotrecht unter dem Mittelpunkt des Rades liegt und von hier aus nach beiden Seiten um je 100 Teilstriche sich erstreckt. Damit die Einstellung der Haare genau auf der Teilung abgelesen werden kann, ist in die Ebene der letzteren ein Spiegelstreifen eingelegt. Die Schere des Spitzenlagers ist oben an einem lotrechten Stab befestigt, der nach unten in eine Säule eingeschoben werden kann, einmal damit auch ein niedriges Fach zur Aufbewahrung der ganzen Vorrichtung hinreicht, ferner aber damit bei Nichtbenutzung die Gewichtsträger auf der Fufsplatte der Säule ruhen und so eine unnötige Spannung der Haare vermieden wird. An dem Stabe ist zugleich die Teilung angebracht, deren Wagerechtstellung durch die drei Stellschrauben der Fufsplatte sich bewirken läfst. Bei richtiger Aufstellung müssen die Haare beider gleich beschwerten Gewichtsträger genau auf 100 einstehen. Die Teilung in Millimetern auszuführen, erwies sich als unmöglich, da dem gekehlten Rade nicht genau der Durchmesser von 200 mm gegeben werden konnte. Der bei der hergestellten Vorrichtung erzielte Raddurchmesser beträgt etwa 200,3 mm.

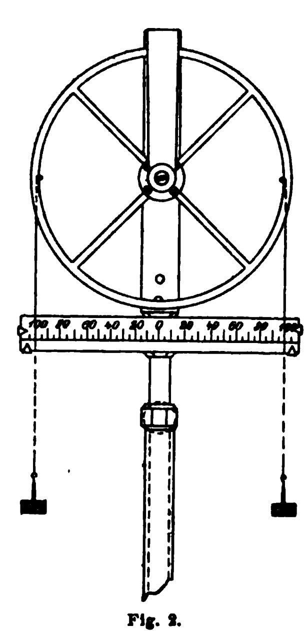


Fig. 2.

Der Gebrauch der Radwage versteht sich danach von selbst. Welche Gewichtsverhältnisse man auch für die beiderseitigen Belastungen wählen mag, allemal stellt sich eine Ruhelage des Rades ein, bei welcher die Abstände beider Haare vom Nullpunkt gleich MC und MB oder MA sind und sich also wie die Höhe zur Länge der schiefen Ebene EDF verhalten. Bei der vollkommenen Symmetrie des Rades sind beide Belastungen vertauschbar, so dafs mit Hülfe der so möglichen doppelten Ablesung etwaige Symmetrie- oder Teilungsfehler aus dem Beobachtungsergebnis sich beseitigen lassen. Am besten belastet man nach der Aufstellung das erste Haar mit 10, das zweite mit 1 Gramm und vermehrt die zweite Belastung so lange, bis 10 Gramm erreicht sind; danach vermindert man die 10 Gramm des ersten Trägers allmählich bis zu 1 Gramm. Das Pendeln der Haare und des Rades wird mit der Hand gedämpft. So habe ich bei der ersten Benutzung in 53 Minuten 40 verschiedene Einstellungen abgelesen. Die ausgeführte Radwage ist trotz der Bequemlichkeit in ihrer Handhabung so empfindlich, dafs die beobachteten Einstellungen von den berechneten nur um Gröfsen abweichen, die an der Grenze der Wahrnehmung liegen und in jedem Falle kleiner als 0,1 mm sind. Hierbei stört das vernachlässigte Gewicht der Haare um so

weniger, als mit zunehmender Drehung des Rades die Aufhängung des leichteren Gewichtes sich aufrollt, während zugleich der Einfluſs des anderen Haares sich vermindert. Verlegt man den Angriffspunkt des schwereren Gewichts vom unteren Rand des Rades nach dem oberen, indem man die Knoten beider Haare in denselben Einschnitt bringt, das schwerer belastete Haar aus der Hohlkehle heraushebt und über den vorderen Rand derselben hinweg lotrecht hinabhängen läſst, so ergiebt sich eine zweite Ruhelage mit denselben Hebelarmen wie vordem; doch ist das Gleichgewicht diesmal labil. Das über die labile Gleichgewichtslage hinausstürzende Rad ist sanft anzuhalten, damit die glasharten Stahlspitzen des Lagers keinen Schaden nehmen.

Unser Versuch setzt voraus, daſs eine Rolle dann und nur dann im Gleichgewicht ist, wenn die am Umfange in Richtung der Berührenden angreifenden, entgegengesetzt wirkenden Kräfte gleich sind. Eine schräg am Umfange angreifende Kraft kann, so folgt nun, durch eine in Richtung der Berührenden liegende ersetzt werden, deren Gröſse aus dem Versuch sich ergiebt; steigt der zwischen Kraft und Umfang liegende Winkel auf 90°, so wird die Kraft durch die Festigkeit des Rades aufgehoben.

Es muſs zugestanden werden, daſs unser Versuch nicht so unmittelbar anschaulich ist wie der übliche. Dafür liefert er aber sicher und mühelos sehr genaue Ergebnisse und eröffnet ferner einen Einblick in das geistvolle Verfahren, durch welches Galilei das Gleichgewichtsgesetz der schiefen Ebene fand. Ferner läſst er erkennen, wie eng die einfachsten Sätze und Maschinen der Mechanik zusammenhängen; denn unsere Vorrichtung kann ebenso wohl als Rolle wie als Hebel oder als schiefe Ebene gelten.

Herr Hoflieferant F. Ernecke in Berlin, Königgrätzerstr. 112, liefert die Radwage in der beschriebenen Form für 110 M., in einfacherer Ausführung für 85 M.

Über einen Vorlesungsapparat zum Nachweis der Wärmeausdehnung nach Fizeau.

Von

Dr. V. **Dvořák** in Agram.

Um die Fizeausche Methode einem gröſseren Schülerkreis vorzuführen, habe ich einen einfachen Apparat zusammengestellt, der auch zu Projektionsversuchen mit dem Newtonschen Farbenglase dienen kann[1]).

Ein hohler Fuſs *a b* (Fig. 1) mit einer seitlichen Öffnung bei *O* trägt die untere aus schwarzem Glase bestehende Platte *P* des Farbenglases, die mit drei Schrauben etwas gehoben oder gesenkt werden kann; die obere durchsichtige Platte des Farbenglases ist auf einer Säule *c d* befestigt; *f g* ist ein runder Stab und *h* ein Ansatz für einen Kautschukschlauch.

Fig. 1.

1. Versuch. Man klemmt *f g* in ein Stativ, so daſs die Ebene des Farbenglases vertikal steht, läſst vom Heliostaten ein breites Bündel Sonnenlicht auf das Farbenglas fallen und entwirft mittels einer gewöhnlichen Linse *L* (Fig. 2, Brennweite etwa 25 cm, Abstand *kl* etwa

---

[1]) Den Apparat hat die Firma Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. H. ausgeführt; der Preis beträgt (mit Mahagonikästchen) 85 M.

5 m) ein vergrößertes reelles Bild von den Ringen auf dem weißen Schirme *S*. Befindet sich die Zuhörerschaft seitwärts von *kl*, so stelle man den Schirm **schief** in die Lage *S'* [2]).

Man könnte schon jetzt den Fizeauschen Versuch ausführen, indem man mit den drei Schrauben die beiden Platten des Farbenglases so weit entfernt, bis die Mitte nur noch eine Spur der Ringe in den Farben rot und grün höherer Ordnung zeigt; bei Erwärmung des Fußes *ab* treten in der Mitte neue Ringe auf, und die alten Ringe breiten sich immer mehr aus; es können so etwa 10 Ringe aus des Mitte heraustreten[3]); jedoch empfiehlt es sich bei weitem, die Ringe mit einfachem Lichte zu projizieren.

2. **Versuch.** (Projektion der Farbenringe im homogenen Licht; Einfluß der Wellenlänge.) Man entwerfe mittels eines Prismas und einer gewöhnlichen Linse *L'* (Fig. 3) ein scharfes Spektrum bei *RV*; dieses soll etwa doppelt so breit sein als der Durchmesser des Farbenglases. Dann entwerfe man wieder mit der Linse *L* ein reelles Bild des Farbenglases auf dem Schirme *S*. Die Ringe sind jetzt sehr dunkel und bedecken die ganze Fläche des Farbenglases. Um den Einfluß der Farbe zu zeigen, **rücke man die Linse *L'* ein wenig hin und her** (wie es in der Figur die zwei kleinen Pfeile andeuten); dadurch kommen verschiedene Teile des Spektrums auf das Glas und man sieht auch aus großer Entfernung, wie sich hierbei der Durchmesser der Ringe verändert. Der Versuch dürfte in dieser Form noch wenig bekannt sein und gehört wohl zu den schönsten optischen Versuchen[4]).

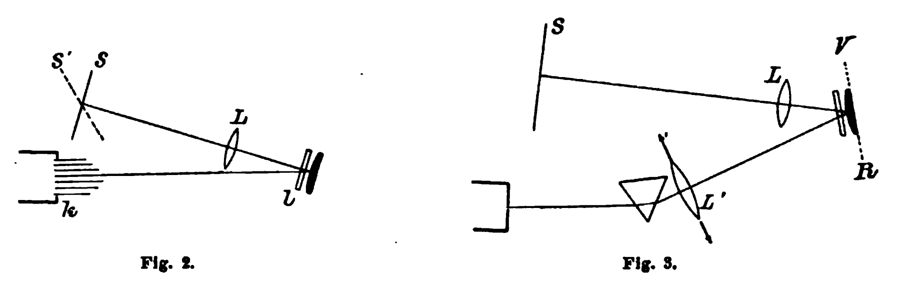


Fig. 2. Fig. 3.

3. **Ausdehnungsversuch nach Fizeau.** Man entferne mittels der drei Schrauben die beiden Platten des Farbenglases ein wenig und zwar, wenn die Gläser angedrückt sind, so weit, daß etwa 25 Ringe nach der Mitte wandern; ein größerer Plattenabstand würde die Schärfe der Ringe allzusehr herabsetzen. Dann blase man mit dem Munde langsam durch einen bei *h* angesetzten nicht zu großen Kautschukschlauch; nach einiger Zeit erwärmt sich die Säule *ab* durch den condensierten Wasserdampf des Atems, und die Ringe wandern von der Mitte. Auch kann man die Säule, um sie zu erwärmen, bei *b* vorsichtig mit Daumen und Zeigefinger anfassen. Nachdem etwa 20 bis 25 Ringe aus der Mitte aufgetaucht sind, höre man mit dem Einblasen des Atems auf; die Ringe werden, weil die Gläser einander jetzt sehr nahe stehen, viel schärfer (dunkler) gegen früher und sind schon aus großer Entfernung leicht sichtbar. Dann sauge man mit dem Munde Luft durch die Säule *ab*; die

[2]) In Müller-Pouillets *Lehrbuch II, 910* ist bloß die Projektion der Farbenringe im durchgelassenen Lichte erwähnt; in diesem Falle sind die Farben sehr blaß und gar nicht zu vergleichen mit den gesättigten Farben, die im reflektierten Lichte auftreten. Obwohl der oben beschriebene Versuch bekannt sein dürfte, habe ich ihn des Folgenden wegen angeführt.

[3]) Selbstverständlich dürfen nicht grobe Staubkörner zwischen den Gläsern sein.

[4]) Die Anwendung farbiger Gläser, um den Einfluß der Wellenlänge zu zeigen, giebt kein besonders gutes Resultat.

kleinste Luftmenge, die man durchsaugt, bewirkt ein auffallendes Wandern der Ringe nach der Mitte zu.

Man kann natürlich den Versuch variieren, indem man z. B. die Säule *cd* mit mit der Hand erwärmt; auch könnte man den Kautschukschlauch mit einem Gefäſs verbinden, in dem sich abgekühltes oder erwärmtes Wasser befindet, und durch Heben des Gefäſses das Wasser in den Fuſs *ab* leiten.

Da der Fuſs *ab* gegen 110 mm lang ist, und der Ausdehnungscoëfficient (für Messing) 0,000019 beträgt, so ist für gelbes Licht eine Erwärmung von 0,14° C. nötig, damit ein Ring an Stelle des andern tritt.

Ein Lehrgang zur chemischen Untersuchung der Luft nebst Bemerkungen zum chemischen Anfangsunterricht.

Von

O. Ohmann.

I. Bemerkungen zum chemischen Anfangsunterricht.

Die Untersuchung der atmosphärischen Luft wird neuerdings vielfach, z. B. von R. Arendt und F. Wilbrand, an den Anfang des chemischen Unterrichts gelegt. Die mannigfachen Versuche, die sich um diese Untersuchung gruppieren, werden benutzt, um in die Chemie überhaupt einzuführen. Für dieses Verfahren werden verschiedene Gründe angeführt, z. B.: (1) die Einführung in das neue Wissensgebiet beginnt mit einem wichtigen Naturkörper, der für unser eigenes Leben, unsere Atmung unentbehrlich ist; (2) die Untersuchung ist mit vielen reizvollen Versuchen verbunden, so daſs sie das Interesse der Schüler von Anfang an in erwünschtem Maſse fesselt; (3) sie kann sogleich mit der Erörterung des allgemeinen Verbrennungsprozesses, der nach ziemlich übereinstimmendem Urteil einen Hauptpunkt, wenn nicht den Mittelpunkt des chemischen Anfangskursus darstellt, verknüpft werden; (4) sie gestattet in hervorragendem Maſse die Anwendung der untersuchenden Methode, sie giebt ein treffliches Beispiel dafür, wie die Forschung überhaupt vorgeht, ist also auch in formaler Hinsicht fruchtbringend.

Es sprechen jedoch gewichtige Gründe gegen ein solches Verfahren, und es lassen sich auch die oben angeführten Gründe einzeln entkräften. So wird (1) die Rolle, die die Luft beim Atmungsprozeſs spielt, durch die übliche Untersuchung der Luft mittels der Metalle doch nicht genügend klargestellt, es muſs vielmehr sein Bewenden haben bei der dogmatischen Äuſserung, daſs der Sauerstoff für die Atmung unentbehrlich sei; das wirkliche Verständnis für die Rolle des Sauerstoffs wird erst möglich nach der Durchnahme des Wasserstoffs und des Kohlenstoffs. Ferner (2) nimmt auch der beliebig anders beginnende chemische Unterricht — wenn er nicht ganz verkehrt angefaſst wird, etwa mit theoretischen Erörterungen anhebt — das Interesse gleich von Anfang an so gefangen, daſs es nicht nötig ist, dasselbe durch die glänzenden Versuche der Luftuntersuchung zu heben, daſs es im Gegenteil ökonomisch ist, diese Versuche einstweilen aufzusparen. Das Interesse, das die Schüler dem ersten Eindringen in die Stoffnatur der Körper entgegenbringen, ist sogar so warm, daſs es herhalten muſs, um einen anderen, etwas spröden Stoff mit geschmeidig zu machen — gewisse Mineralien, wie nachher auszuführen sein wird. Was den dritten der oben erwähnten Punkte betrifft, so halten wir die Verknüpfung der Luftunter-

suchung (auf Grund der Metallverkalkung) mit der Verbrennung im allgemeinen überhaupt für kein glückliches Verfahren. Es ist wohl die Ansicht fast allgemein verbreitet, dafs man von wissenschaftlicher Chemie erst reden dürfe, seit der Verbrennungsprozefs richtig erkannt wurde; aber selbst wenn dies ganz zugegeben wird, so ist dadurch noch nicht die Folgerung motiviert, dafs nun dieser Prozefs, der dem menschlichen Forschungstrieb so ungewöhnliche Schwierigkeiten bereitete, auch den Anfang des elementaren Chemieunterrichtes bilden müsse. Gerade das Vorhandensein der historischen Verlegenheiten, die zum Ausbau der zwar verfehlten, aber mit Unrecht als ganz unwissenschaftlich hingestellten Phlogistontheorie führten, sollte von einem solchen Verfahren abraten, und damit kommen wir zu den Gründen, die überhaupt dagegen sprechen, mit der Luftuntersuchung den Anfang zu machen. Die Methodik hat ja das Recht, historische Schwierigkeiten zu ignorieren, doch mufs sie dann einen Weg angeben, bei dem die Schwierigkeiten wirklich umgangen werden, d. h. gar nicht auftauchen. Bei der Luftuntersuchung werden aber diese Denkschwierigkeiten — die z. B. darin liegen, sich vorzustellen, wie ein luftförmiger Körper, der bei der Erwärmung sich auszudehnen, zu entfliehen sucht, sich mit einem glühenden Körper verbinden solle — an gewissen Punkten sich immer wieder einstellen. Es fällt also nicht allein der Umstand ins Gewicht, dafs man es gleich im Anfang bei der Luft, bezw. beim Sauerstoff, überhaupt mit einem unsichtbaren Körper zu thun hat, sondern mehr noch, dafs die physikalischen Gesetze, denen dieser Körper beim Erwärmen folgt, die Vorstellbarkeit seiner Vereinigung mit einem festen Körper so sehr erschweren. Logisch, als Denknotwendigkeit, läfst sich wohl diese Vereinigung leicht genug erweisen — und für einen höheren, später zu gewinnenden Standpunkt ist ja damit alles gethan —, im Anfang will und soll aber auch das sinnliche Vorstellen zu seinem Rechte kommen, sonst entsteht leicht oberflächliches Beobachten.

Einer besonderen Betrachtung bedarf der letzte (4.) der oben aufgestellten Punkte. Gewifs ist der chemische Unterricht in hohem Mafse geeignet, in die Methode der Forschung einzuführen und durch Hineinziehen wichtiger logischer Operationen formal bildend zu wirken. Es ist das Verdienst F. Wilbrands, dies in umfassender Weise gezeigt zu haben. Bei aller Würdigung der Vorzüge der untersuchenden Methode, — auf deren allgemeine Diskussion hier nicht eingegangen werden kann, — müssen wir jedoch das eine dagegen geltend machen, dafs sie für den Anfang zu hohe Anforderungen an das geistige Können des Schülers stellt. Der jugendliche Geist ist vorerst viel mehr empfänglich für das Materiell-Neue, das ihm anfangs auf Schritt und Tritt begegnet, und das er auch als vorläufige Hauptsache in sich aufnehmen und befestigen soll, — das ferner einen so wohlthuenden Gegensatz zu den im übrigen so viel gepflegten abstrakten sprachlichen Denkübungen bildet. Es kommt also in diesem Fall der geistbildende Wert, der in der untersuchenden Methode und speziell in dem Beispiel der Luftuntersuchung steckt, nicht voll zur Geltung. Zieht man andererseits das Formale, die logische Aufeinanderfolge der Versuche, zu sehr in den Vordergrund, so ist zu befürchten, dafs das gründliche Auffassen der Einzelerscheinung, das Hineinleben in dieselbe, gefährdet wird. So stören sich diese beiden Momente gegenseitig — aber nur, wenn die Luftuntersuchung am Anfang steht. Wir können übrigens ein Bedürfnis, den Schüler schon im ersten Anfang in die Methode der Forschung einzuführen, nicht anerkennen. Später soll sich an ihm die Kraft der untersuchenden Methode noch mehrfach bewähren, doch darf dieses formale Element nicht zu ausschliefslich und nicht von Anfang an den ganzen Unterricht beherrschen.

Als weiteres Moment kommt hinzu, dafs die an den Anfang gestellte Luftuntersuchung meist die Metalle ohne weiteres als gegeben betrachtet. Das Recht hierzu mufs bestritten werden. Beim Physikunterricht, der auch mehrfach im Anfang der Metalle bedarf, mag dies noch hingehen, da er auf anderes abzielt, obschon es auch dort bereits zu gewissen Unzuträglichkeiten führt, dafs manche Metalle für den Schüler nicht viel mehr als Namen sind. Der in die anorganische Natur einführende erste Chemieunterricht soll aber gerade von Anfang an den Schüler gewöhnen, sein Augenmerk auf die Stoffnatur und die Herkunft der in Betracht gezogenen Stoffe zu richten — ja ein streng aufbauender Unterricht wird sogar so weit gehen, nichts als gegeben (als Ausgangskörper) anzuerkennen, was wir nicht unmittelbar aus den Händen der Natur entnehmen können. Es ist daher völlig gerechtfertigt, wenn R. Arendt (Grundzüge, Grundrifs, S. 1—3, Leipzig, L. Voss) der Luftuntersuchung eine Betrachtung der schweren Metalle vorangehen läfst. Nur hat es wieder andere Nachteile, dafs hier gleichzeitig seltenere Metalle, wie Cadmium, Wismut — die den Schüler fremdartig anmuten müssen — mit an den Anfang gestellt sind, und dafs die bei den Metallen genannten Mineralien so zahlreich sind, dafs sie im Anfang unmöglich zur Durchnahme gelangen können.

Werden schliefslich bei der Luftuntersuchung, wie dies meist üblich ist, wichtige Begriffe, wie der des chemischen Elementes und des zusammengesetzten Körpers — die erste tiefergehende Einsicht in die Stoffnatur der Körper — gleichsam als Nebenprodukt, en passant gewonnen, so scheint auch hierdurch dieser sonst so instruktive Bestandteil des Anfangskursus geschädigt, überladen mit zu viel Dingen fundamentaler Natur. — Alles in allem wird bei dem die Luftuntersuchung an den Anfang stellenden chemischen Unterricht nicht genügend das Prinzip gewahrt, dafs im Anfang einer neuen Disziplin möglichste Einfachheit anzustreben sei.

Demgegenüber möchten wir für einen Anfangsunterricht eintreten, der nicht mit dem Aufrichten eines Eckpfeilers unter präciser Erörterung der hierzu erforderlichen Calculationen beginnt, sondern der zuerst eine sichere Fundamentierung vornimmt. Als letztere möchten wir ansehen das Herausarbeiten der Begriffe: chemisches Element, chemische Erscheinung im Gegensatz zur physikalischen, chemische Verbindung und chemischer Prozefs unter spezieller Berücksichtigung der physikalischen, besonders der thermischen Nebenerscheinungen.

Hierzu giebt es kaum geeignetere Ausgangskörper als gewisse sulfidische Mineralien, z. B. Schwefelkies, Bleiglanz, Zinnober. Es wird zunächst auf diese Weise unmittelbar an das Gegebene, an die Natur, angeknüpft; die Metalle, deren man später zur Luftuntersuchung bedarf, werden hier eins nach dem andern erst gewonnen und gelangen für sich zur Betrachtung. Zudem haben die genannten Körper den Vorteil, dafs sie als Mineralien besonders leicht kenntlich und in technischer Hinsicht von nicht geringer Bedeutung sind. Den Hauptzweck aber, als Ausgangskörper für die Gewinnung der ersten Grundbegriffe zu dienen, erfüllen sie in ausgiebiger Weise. Es giebt z. B. kaum etwas Überzeugenderes, als wenn durch einfaches Erhitzen von zerkleinertem Schwefelkies im schwer schmelzbaren Probierglas ein deutlicher Beschlag von reinem Schwefel erfolgt, oder wenn durch Erhitzen von Zinnober im offenen, luftdurchströmten Glasrohr ein spiegelnder Beschlag entsteht, der eine genügend demonstrierbare Menge von metallischem Quecksilber ergiebt. Hier wird dem Schüler klar zum Bewufstsein gebracht, dafs ein scheinbar einheitlicher Körper einen ganz neuen Körper zu liefern vermag, den man nicht in ihm vermuten konnte; er wird durch die Thatsachen selbst belehrt, dass solche Körper nicht

einfacher Natur sind. Durch derartige partielle Analysen, die für den Anfang vollständig ausreichend sind und durch die die Bedeutung der Wärme für chemische Processe allmählich zu Tage tritt, gelangt man zum Begriff des Elementes wie des zusammengesetzten Körpers, während die daran sich schliefsende Synthese der im Laufe des Lehrganges ermittelten Elemente z. B. *Fe*, *Pb*, *Cu*, *Hg*, *Zn* mit *S* zu Schwefelverbindungen ein vorzügliches Mittel abgiebt, das Wesen der chemischen Verbindung und des chemischen Prozesses mit seinen Nebenerscheinungen zu erläutern. Diese Andeutungen müssen hier genügen, zumal Verf. in seinem „Mineralogisch-chemischen Kursus" (2. Aufl. 1896, Berlin) ein Beispiel gegeben hat, wie diese Einführung im speziellen gestaltet werden kann.

Ist so aus zusammengesetzten Naturkörpern heraus der feste Begriff des chemischen Elementes gewonnen und ist die sich leicht anschliefsende Frage: „Welche Elemente kommen aufserdem noch frei (gediegen) in der Natur vor?" durch die Durchnahme einiger weiteren metallischen und nichtmetallischen Elemente (besonders *Ag*, *Au*, *Pt*, *C*) beantwortet, so hat der Schüler nicht nur ein genügendes Rüstzeug in Händen, um die Schwierigkeiten der nun folgenden Betrachtung der Luft zu überwinden, sondern er ist auch hinreichend vorbereitet, um sein Augenmerk gleichzeitig auf den logischen Fortgang der Untersuchung mit Erfolg und Genufs richten zu können.

Es erübrigt jetzt zu skizzieren, wie sich nach einer solchen Einführung in die ersten Grundbegriffe der Lehrgang der Untersuchung der Luft selbst zu gestalten vermag.

II. Die eigentliche Untersuchung der Luft.

Der chemischen Betrachtung der Luft geht eine kurze physikalische vorauf, deren Mittelpunkt das Körperliche, insbesondere das Gewicht der Luft bildet. Irgend eine Gewichtsbestimmung ist unbedingt auszuführen. Will man eine exakte Luftwägung mit dem evakuierten Glasballon — die das beste bleibt — nicht vornehmen, so kann man auch einen Literkolben (der nebst Gummipfropfen abtariert wurde) erhitzen, schliefsen und abwägen (vgl. Machs Grundrifs d. Phys. v. Harbordt u. Fischer 1893 S. 34). Der Gewichtsverlust ist ziemlich erheblich und durch Aluminiumgewichte zu ermitteln. Es ist darnach fest einzuprägen, „1 Liter atm. Luft wiegt rund $1^1/_4$ Gramm" (1,293 g bei 0°); man geht sofort zum Kubikmeter über und läfst durch Abschätzen der Mafse des Zimmers feststellen, dafs dessen Luftgewicht schon nach Centnern rechnet.

Nunmehr entsteht die Frage nach der chemischen Beschaffenheit der Luft. Als Quelle chemischer Erscheinungen ist aus dem Vorangegangenen bereits die Wärme bekannt geworden. Es wird die Frage nahegelegt, ob die Erwärmung eines Luftquantums zum Ziele führen könnte; die Antwort lautet negativ, indem auf die Erfahrung hingewiesen wird, dafs eine nicht völlig abgeschlossene Luftmenge (man ziehe den obigen Versuch heran) bei der Erwärmung nur eine Ausdehnung, eine Verdünnung erfährt, dafs aber die stofflichen Eigenschaften des Restes nicht andere werden. So erweist sich also die Luft als ein Körper, dem man direkt nicht beikommen kann. (Von der Salpetersäurebildung durch Elektrizität ist natürlich abzusehen.)

Ehe die Frage aufgeworfen wird, welche Wege zur Erforschung in solchem Falle wohl eingeschlagen werden könnten, wird noch eine kurze Vorbetrachtung darüber angestellt, was wir erwarten können. Der unbekannte Körper kann sein: 1. ein Element, 2. eine chemische Verbindung zweier oder mehrerer Elemente, 3. eine mechanische Mischung zweier oder mehrerer Elemente. (Von den übrigen mathe-

matisch noch möglichen Combinationen — von denen ja eine die wirklich zutreffende ist — wird vorläufig abgesehen.)

Nunmehr wird die oben berührte Frage aufgenommen und als indirekter Weg gekennzeichnet, dafs man erforschen müsse, ob die Luft, der seiner chemischen Natur nach unbekannte Körper, auf andere bekannte Körper eine stoffverändernde Wirkung, einen chemischen Einflufs — mit Bestimmtheit oder mit Wahrscheinlichkeit — ausübe. Dann stände zu hoffen, dafs aus dem Produkt einer solchen Einwirkung oder auch aus den Bedingungen, unter denen dieselbe erfolgt, sich vielleicht ein Rückschlufs auf den unbekannten Körper machen liefse. — Der Blick richtet sich wie von selbst auf die bereits durchgenommenen Metalle. Es werden die verschiedenen Überzüge an metallenen Gegenständen, Thürklinken u. s. w., das Stumpfwerden blanken Kupfers und Bleies sowie der Rost herangezogen, und es wird durch einen Versuch (einfaches Abreiben) dargethan, dafs man es hier mit einer dünnen Schicht eines neuen Körpers zu thun hat, der dem ursprünglichen Körper aufgelagert ist. Leider würden diese Überzüge direkt wenig zu gebrauchen sein, da sie meist Hydroxyde (z. B. beim Eisen) oder Carbonate (z. B. beim Kupfer) sind, der Sauerstoff der Luft also nur indirekt beteiligt ist. Es hinken also die ganzen Hinweise auf diese Stoffveränderungen, und man kommt später auch nicht mehr darauf zurück. Dies hindert aber nicht — unter Hinweis, dafs diese Überzüge in so geringfügiger Menge auftreten, sich also schlecht zur Untersuchung eignen würden — zu der Vermutung überzugehen, ob sich die Metalle nicht in stärkerem Mafse verändern möchten, wenn man wiederum die Wärme zu Hülfe nimmt. Auf diese Weise werden die nun folgenden Erhitzungsversuche der Metalle in gewissem Sinne begründet — während z. B. bei dem Lehrgange von Arendt es nicht hervortritt, warum die Erhitzung vorgenommen wird und nur der Erfolg die Versuche rechtfertigt.

1. Erhitzen von Metallen an der Luft.

Die nun folgenden Erhitzungsversuche erstrecken sich nur auf die bisher erkannten Metalle, etwa *Pb, Fe, Cu,* (*Hg*) *Zn, Ag, Au, Pt.* Von einem Heranziehen der bekannt gewordenen nichtmetallischen Elemente wird absichtlich Abstand genommen, um im Schüler — dessen Vorstellungen naturgemäfs durch den Aggregatzustand der Körper noch stark beeinflufst werden — zunächst den Begriff der einfachsten Oxydation: Entstehung eines festen Körpers durch die Einwirkung des gasförmigen Sauerstoffs auf einen festen Körper, klar entstehen zu lassen. Hierdurch wird eine nützliche Vorstufe für das Verständnis der allgemeinen Verbrennungserscheinungen — deren Durchnahme erst nach der Untersuchung des Wassers fruchtbringend ist — gewonnen.

Vers. 1. *Fe.* *a*) Eisenpulver am Magneten, mit glühender Stricknadel entzündet (vergl. ds. Ztschr. *X 170* Vs. 1 *a*; eventuell auch Vs. 1 *c*). Es ist hier auf die Analogie mit dem Versuch der Vereinigung von *Fe* und *S* (ds. Ztschr. *VIII 367*), insbesondere auf die freiwillige Wärmeentwicklung aufmerksam zu machen. — *b*) Eisenpulver auf Asbestpappe (ds. Ztschr. *X 171*, Vs. *c*). Gelangten bei Vs. *a* die begleitenden Erscheinungen des Vorganges besser zur Anschauung, so hier besser das Produkt. Die erkaltete Masse, zu der man noch etwas frisches Eisenpulver zur Vergleichung aufschüttet, wird demonstriert.

Vers. 2. *Cu.* *a*) Von dünngewalztem, glänzendblankem Kupferblech werden einige Streifen (etwa 5 cm : 1 cm) geschnitten und entweder in einer schwer schmelzbaren Glasröhre, die man in schwach geneigter Lage in ein Stativ spannt, oder auf einer Asbestpappe, die einem Dreifufs aufliegt, einige Zeit erhitzt. Man zeige nach dem Erkalten nicht nur die veränderte Farbe, sondern entferne auch das spröde aufgelagerte Produkt (indem man jeden Streifen mit beiden Händen an den Enden fafst und schnell hin- und herbewegt, wobei das

dunkle Oxyd abplastert, das man auf einer Unterlage sammelt). — *b*) Erhitzen von Kupferpulver (Cuprum reductum, nur zu verwenden, wenn die rote Kupferfarbe ausgeprägt ist auf Asbest, ds. Ztschr. *XI 230* No. 11.

Vers. 3. *Zn*. Erhitzen von Zinkpulver auf Asbestpappe (ds. Ztschr. *XI 229*, No. 10); nach dem Aufglühen ist in der Masse andauernd zu rühren. Erwähnung des Wortes Metallkalk nebst der historischen Bemerkung, dafs diese Veränderung der Metalle beim Erhitzen, welche Metallverkalkung genannt wurde, die Chemiker besonders in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stark beschäftigte.

Auch der Bleiversuch (vgl. Arendt a. a. O. S. 4) kann noch ausgeführt werden, doch wird es nötig, die Schüler vortreten zu lassen. An den zurückgestrichenen Massen haftet noch viel metallisches Blei.

Bezüglich des *Quecksilbers* mufs man sich, da ein brauchbarer Verkalkungsversuch nicht existiert, mit der Mitteilung begnügen, dafs sich beim Erhitzen unter geeigneten Bedingungen ein rötlicher spröder Körper gewinnen läfst. Man demonstriere schon hier Quecksilberoxyd (ohne den Namen zu erwähnen).

Der Anordnung der vorstehenden Versuche liegt das Bestreben zu Grunde, die Flamme, die für den Schüler durchaus ein x ist, möglichst zu eliminieren. Es ist wenig logisch, wenn beim Erhitzen von Kupfer innerhalb der Bunsenflamme der entstehende Überzug als ein Produkt der Lufteinwirkung gedeutet wird. Der Versuch wird erst verständlich, wenn die Natur der Bunsenflamme erkannt wird, er mufs also hier umgangen werden.

Vers. 5, 6, 7. *Pt*, *Ag*, *Au*. Ein Platinblech werde zunächst auf Asbestpapier erhitzt — wonach man das unveränderte Aussehen beachtet —, dann in die Flamme gehalten und stark geglüht; hier wo es sich um ein negatives Ergebnis handelt, ist wohl gegen die Zuhülfenahme des direkten Feuers nichts einzuwenden. Es empfiehlt sich, den letzteren Versuch auch mit Silberblech und einer kleinen Platte von lauterem Golde vorzunehmen. Ersteres ist durch die chemischen Fabriken billig zu erhalten, letzteres kann man von jedem Goldschmied beziehen, für ca. 4 M. ein genügend grofses Stück (5 cm : 2 cm), das etliche Jahre ausreicht. So wird der immerhin noch nützliche Begriff der Edelmetalle gewonnen. — Man wird nicht verabsäumen, eine öfter beliebte Wendung des Sprachgebrauchs, für die hier die anschauliche Grundlage geliefert wird, zu erwähnen und zu sagen, dafs diese Metalle „die Feuerprobe bestehen", und noch beim Gold und Silber — das, sobald es nicht sehr gut verschlossen war, eine Anlauffarbe zeigen wird, während beim Erhitzen und Schmelzen ein reinglänzendes Weifs erscheint — hinzufügen, dafs sie nur noch mehr „im Feuer geläutert" werden.

Durch Versuch 1 bis 4 wird also bestätigt, dafs Stoffveränderungen bei gewissen Metallen vor sich gehen. Sind sie ohne weiteres der Luft zuzuschreiben? Gewifs sind einzelne Schüler geneigt anzunehmen, dafs die Luft die Ursache sei, zumal wir darauf ausgingen, nach Einwirkungen der Luft zu suchen, doch in den meisten Köpfen machen sich die oben berührten Denkschwierigkeiten geltend, um einen geistigen Zustand des Zweifelns oder wenigstens der Ungewifsheit zu erzeugen. Ersteren aber ist entgegenzuhalten, dafs ein Beweis noch nicht vorliegt. Es ist vielmehr die Frage, ob wirklich die Luft eine Bedingung, die Ursache der Veränderung sei, erst strikte aufzuwerfen. Mit Recht erinnert bei diesem Punkt der Untersuchung Arendt daran, dafs auch auf die Wärme als mögliche alleinige Ursache hinzuweisen sei. Dieser Hinweis gewinnt nach der Durchnahme des oben skizzierten Vorkursus noch eine festere Gestalt, da dem Schüler die Erscheinung der Allotropie bereits bekannt geworden ist, u. a. an dem drastischen Beispiel von Diamant und Graphit. Er weifs bereits, dafs der wasserhelle Kohlenstoff durch starkes Erhitzen sich in den schwarzen undurchsichtigen, den Graphit, zu verwandeln vermag.

Indem nun die obige Frage zur Untersuchung gelangt, setzt der eigentliche Induktionsschlufs ein. Man kann an dieser Stelle eine kurze Belehrung vornehmen und zeigen, wie man durch blofses Nachdenken auf den Versuch kommt, die Metallerhitzung unter Weglassung der vermeintlichen Bedingung, nämlich der Luft, zu wiederholen. Es wird danach etwa folgendermafsen formuliert: „Ist die Luft wirklich eine Bedingung zur Verkalkung oder Aschenbildung, so dürfte 1. die letztere nicht stattfinden bei Abschlufs der Luft, 2. müfste dieselbe in höherem oder geringerem Grade stattfinden, je nachdem die Luft in höherem oder geringerem Mafse zugelassen wird. — Es wird nun betont, dafs, da eine Erfahrung hierüber nach dem bisherigen Gange nicht vorliegt, weiteres blofses Nachdenken die Frage nicht entscheiden kann, sondern dafs einzig der Versuch, das Experiment, die Erkenntnis bringt.

2. Erhitzen eines Metalles bei Luftabschlufs.

Vers. 8. Erhitzen von zusammengefaltetem Kupferblech, ds. Ztschr. *X 171 2 b.*
Durch diesen Versuch wird gleichzeitig die oben erwähnte Vermutung, dafs vielleicht die Erwärmung an sich die alleinige Ursache der Metallveränderung sei, dafs wir es also vielleicht mit der Erscheinung der Allotropie zu thun haben, abgethan.

3. Erhitzen eines Metalles bei vermehrter Luftzufuhr.

Vers. 9. Anblasen von Eisenpulver auf Asbestpappe, ds. Ztschr. *X 172* No. 3 (letzter Absatz). Will man die Atemluft verwenden, so kann man auch die a. a. O. erwähnte Glasröhre weglassen und ohne weiteres die Masse vorsichtig, aber andauernd anblasen.

Vers. 10. Derselbe Versuch mit Zinkpulver (vgl. ds. Ztschr. *XI 229* No. 10).

Ist hierdurch die Luft als Bedingung zur Metallverkalkung erwiesen, so ist doch die ganze Erscheinung selbst noch nicht aufgeklärt, vielmehr ist nach dem eigentlichen Zustandekommen des neuen Körpers weiter zu forschen.

Bei diesem Punkte der Untersuchung ist es nun von entscheidender Bedeutung, dafs die zu den Versuchen verwendeten Metalle ihrer chemischen Natur nach, als Elemente, bereits erkannt sind. Hierdurch wird das Auffassen der schwierigen Erscheinungen wesentlich vereinfacht. — Aus einem unzerlegbaren Körper kann nicht durch das Erhitzen ein Stoff entweichen und ein neuer Körper als Rest verbleiben. Vielmehr wird als Norm aufgestellt: Wenn ein Element eine Stoffveränderung erleidet, so kann dies nur dadurch geschehen, dafs ein anderer Körper hinzutritt. — Mit Sicherheit wird also gefolgert, dafs die Luft, die als Bedingung der Metallverkalkung erkannt wurde, an das Metall, an das Element herangetreten sei, sich mit ihm während des Erhitzens und der freiwilligen Wärmeentwicklung verbunden haben müsse. Die Schwierigkeit dieser Vorstellung wird nicht nur zugestanden, sondern es wird auf das Paradoxe, dafs die Luft während einer Erhitzung, ja einer lebhaften Glüherscheinung — durch welche sonst alles Luftförmige ausgedehnt, vertrieben wird — sich mit dem Metall vereinigt haben sollte, ausdrücklich hingewiesen. Erst durch weitere zwingende Versuche mufs dem Schüler die völlige Einsicht gleichsam abgerungen werden.

Es bedarf jetzt nur der Erinnerung an die physikalische Betrachtung der Luft, daran, dafs die Luft ein bestimmtes Gewicht besitzt, um vom Schüler die Folgerung zu hören: Das veränderte Metall, der Metallkalk, müfste schwerer sein als das ursprüngliche Metall.

4. Gewichtszunahme bei der Metallverkalkung.

Es stehen mehrere Versuche zur Auswahl; vergl. ds. Ztschr. *X, 171.* Am wichtigsten erscheint hiervon No. 3:

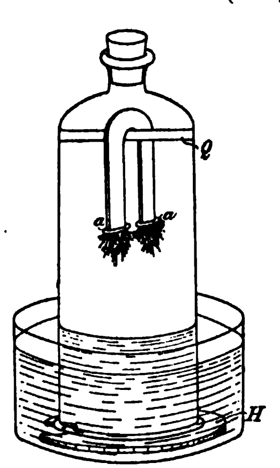
Vers. 11. Erhitzung von 30 g Eisenpulver auf Asbestpappe, die Gewichtszunahme (über 3 g) wird festgestellt und notiert.

Vers. 12. Erhitzung von 20 g Zinkpulver auf Asbestpappe. Über derartige Wiederholungen von Versuchen vergl. die Bemerkung a. a. O. S. 171. 3 *a*.

Hierdurch ist auf das bestimmteste erwiesen, dafs die Luft sich mit dem Metall verbunden hat. — Bei diesem Stande der Untersuchung wird auf die „Vorbetrachtung“ zurückgegriffen. Es entsteht die Frage: Ist die Luft, falls sie aus mehreren Elementen besteht, als Ganzes an das Metall herangegangen oder ist vielleicht nur eines dieser Elemente bei der Verkalkung beteiligt? — Um dies festzustellen, ist es erforderlich, eine Metallverkalkung in einer abgeschlossenen Luftmenge vorzunehmen. Man zeigt die Möglichkeit des Versuchs, indem man eine geöffnete Flasche ohne Boden in die Wasserwanne setzt und verschliefst — und läfst beantworten, was zu erwarten sei, wenn hierin der Prozess vorgenommen würde? Es wird Luft vom Metall fortgenommen, Wasser mufs dafür eindringen. Ist nun die Luft ein Element, so mufs, falls die Luft nicht ganz fortgenommen wird, der Rest dieselbe Beschaffenheit zeigen, wie die gewöhnliche Luft, z. B. müfste ein brennender Spahn darin eine Zeit lang weiterbrennen.

5. Veränderung einer abgeschlossenen Luftmenge infolge einer Metallverkalkung.

Vers. 13. Verbrennen von Eisenpulver innerhalb einer unten durch Wasser abgeschlossenen Flasche (s. Fig.), ds. Ztschr. *X 172* No. 4. — Oder: der bekannte, auch von Arendt übernommene Versuch der Luftabsorption mittels Kupferspähnen im Verbrennungsrohr. — Der verwendete Magnet sei nicht zu klein und möglichst stark, damit er hinreichend Eisen aufnehme.



Vers. 13 *a* (Vorversuch). In eine beliebige nicht zu kleine Flasche — sie kann einen ziemlich engen Hals haben — wird ein brennender Spahn eingeführt; er brennt innen weiter und wird nach wenigen Sekunden wieder herausgezogen.

Vers. 13 *b*. Um die Beschaffenheit des Luftrestes von Vers. 13 in gleicher Weise festzustellen, ist erst nötig, so viel Wasser nachzufüllen, dafs das Niveau innen und aufsen gleich ist. Der brennende Spahn wird eingeführt: er erlischt.

Die Luft hat sich also verändert. Die Luft ist kein Element. Sie mufs wenigstens aus 2 Elementen bestehen. Die soeben entdeckte Luftart ist eines dieser Elemente: Stickstoff. Es wird mitgeteilt, dafs auch bei Änderung der Bedingungen von Vers. 13 nie mehr als $^1/_5$ des Volumens fortgenommen wird. Es ist nützlich zu sagen, der Rest ($^4/_5$) ist „im wesentlichen“ Stickstoff, und auf die zwar wichtigen, aber in geringer Menge vorhandenen Beimengungen hinzudeuten.

Es folgt eine kurze Charakteristik der gefundenen Luftart. Element Nitrogenium = N; Stickstoff ist bei der Metallverkalkung unbeteiligt; etwa $^4/_5$ der Luft sind Stickstoff. Als Versuch über die Schwere mag genügen, die Flasche zu öffnen und nach einigen Sekunden mit dem brennenden Spahn zu zeigen, dafs der Stickstoff entwichen und durch Luft ersetzt ist: Stickstoff scheint leichter als Luft zu sein.

Unserem Ziel, die unbekannte chemische Natur der Luft mit Hülfe der Metalle zu erkennen, sind wir nunmehr um einen beträchtlichen Schritt näher gekommen. Die Luft besteht, abgesehen von den Beimengungen, aus Stickstoff und einem unbekannten Stoffe x, der sich mit dem Metall verbunden hat. Die auf früherer Stufe

gewonnenen Begriffe der chemischen Verbindung und mechanischen Mischung kommen jetzt unterstützend zur Anwendung. Ist die Luft eine chemische Verbindung von *N* und *x* — das einstweilen als Element angenommen wird —, so können wir über die Beschaffenheit von *x* keine Vermutung aufstellen; ist sie dagegen eine mechanische Mischung mit den mittleren Eigenschaften der Bestandteile, so sind verschiedene Schlufsfolgerungen zu ziehen: 1. Ein in die unbekannte Luftart eingeführter brennender Spahn dürfte nicht erlöschen, müfste vielmehr lebhafter brennen als in gewöhnlicher Luft, 2. *x* müfste schwerer sein als Luft, 3. die Metallverkalkung müfste in *x* lebhafter vor sich gehen als in gewöhnlicher Luft.

Wie können wir das *x* aus einem Metallkalke erhalten? Es wird, wie üblich, auf die Unwahrscheinlichkeit hingewiesen, dafs Erhitzung zum Ziele führen werde und mitgeteilt, dafs nur HgO, das unter abweichenden Bedingungen sich bildete, eine Ausnahme mache.

Vers. 14. *a*) Zerlegung von HgO. Der Versuch mag so vorgenommen werden, dafs nur eine kleinere Menge HgO in die mit Vorlage verbundene kleine böhmische Retorte gebracht wird, so dafs bei kräftiger Erhitzung der Prozefs bis zur gänzlichen Zerlegung der Masse fortgeführt wird. Es genügt, einen mittelgrofsen Fufscylinder mit dem Gase zu füllen. — *b*) Man führe einen brennenden Spahn nur teilweise ein: Die oben unter 1. genannte Vermutung wird bestätigt. — Man führt in den Rest den glimmenden Spahn mehrmals ein und giebt an, dafs das Entflammen das Erkennungsmerkmal für die neue Luftart, den Sauerstoff, sei.

Vers. 15. Der übliche Versuch mit zwei gleichen Cylindern, der eine mit der Öffnung nach unten, der andere nach oben gerichtet: Die zweite Vermutung wird bestätigt.

Teils zur Bestätigung der oben unter 3. aufgeführten Vermutung, teils zur Charakteristik des neuen Gases werden noch folgende Versuche vorgenommen.

6. Oxydation von Metallen in einer Sauerstoffatmosphäre, oder an der Luft mittelst direkter Zuführung von Sauerstoff.

Vers. 16. *a*) Oxydation von Eisenpulver in *O* (ds. Ztschr. *X 174* und *XI 228* No. 4). *b*) Uhrfederversuch (vergl. ds. Ztschr. *X 173* und *XI 228* No. 5).

Vers. 17. Blei in *O*; ds. Ztschr. *XI 228* No. 3.

Vers. 18. Kupfer in *O*; ebenda No. 1.

Vers. 19. Zink in *O*; ebenda No. 2.

Vers. 20. Oxydation von Zink und Eisen auf Asbestpappe an der Luft mittels direkter Zuführung von Sauerstoff; ds. Ztschr. *XI 231* No. 16.

Die hierdurch vor Augen geführte Charakteristik der neuen Luftart wird noch durch Angaben vervollständigt. Sauerstoff als Element Oxygenium $= O$; 1 Liter wiegt 1,43 g. Hierbei weist man darauf hin, dafs beim obigen Versuch 11 (S. 268) mehr als 2 Liter des Gases an das Eisen herangegangen sind.

Die Metallverkalkung ist jetzt völlig klargestellt. Es wird das Wort Metallkalk (sowie das Wort Metallasche, falls es gebraucht wurde) abgewiesen; hier ist auch der Ort, weitere historische Bemerkungen anzuknüpfen. Für Metallkalk wird das Wort Metalloxyd eingeführt, die Oxyde werden als besondere Klasse der chemischen Verbindungen aufgestellt, und es werden etliche künstliche Metalloxyde demonstriert.

Obgleich nun die obigen Versuche 14*b* bis 20 dafür sprachen, dafs die Luft keine chemische Verbindung, sondern ein mechanisches Gemenge sei, so erscheint es doch nützlich, hierfür weitere Argumente anzuführen. Als solche bieten sich dar die Beschaffenheit der in Wasser gelösten Luft (sie möge kurz Wasserluft genannt werden) sowie die der verflüssigten Luft. Man argumentiert etwa: Wäre die Luft eine Verbindung, so müfste offenbar die Wasserluft ebenso beschaffen sein wie die atmosphärische Luft — es erscheint dies ohne weiteres plausibel, jedenfalls darf man nicht,

wie dies zuweilen geschieht, hierbei das fundamentale Gewichtsgesetz antizipieren oder auch nur berühren. Man giebt an, dafs die Wasserluft nun ein anderes Verhältnis zeigt, statt $4\,N:1\,O$ haben wir gemäfs der Analyse fast genau $2\,N:1\,O$. Dies entspricht aber gerade dem Lösungsvermögen jedes einzelnen beider Gase. Ein Volumen Wasser löst nämlich bei gewöhnlicher Temperatur $^1/_{70}$ Volumen N und nahezu $^1/_{35}$ oder $^2/_{70}$ Volumen O. Das Lösungsvermögen für O ist also fast genau doppelt so grofs wie das für N. Ständen in der atmosphärischen Luft die beiden Gase in dem Verhältnis von $1\,N:1\,O$, so würden sie in der Wasserluft in dem Verhältnis $^1/_{70}\,N:{}^2/_{70}\,O$, d. h. wie $1\,N$ zu $2\,O$ stehen. Sie stehen aber in der Luft in dem Verhältnis $4\,N:1\,O$, also erhalten wir für die Wasserluft $^4/_{70}\,N:{}^1/_{35}$ oder $:{}^2/_{70}\,O$; d. i. $=2\,N:1\,O$.

Zum Schlusse erscheint es noch geboten, etwas näher auf die allgemeine Natur der beiden gasförmigen Elemente, der Gase überhaupt, einzugehen, besonders zu erläutern, dafs es gelungen ist, unter Anwendung grofser Kälte alle Gase zu verflüssigen und in den festen Zustand überzuführen. Hierdurch am meisten wird die Vorstellung, dafs die Luft etwas Körperliches sei, unterstützt, ebenso das Hineindenken in den Vorgang, dafs sich ein fester Körper mit einem gasförmigen chemisch verbindet, erleichtert — gleichviel ob man schon hier von festen (nur für unser Auge nicht mehr wahrnehmbaren) kleinsten Teilchen sprechen will, so dafs ein Gas als der Zustand aufserordentlicher „Auflockerung" eines festen Körpers dargestellt wird — oder ob man vorzieht, diese hypothetische Vorstellung erst später bei der Durchnahme der atomistischen Theorie zu verwerten. Jedenfalls kann man aber die nach Lindes Verfahren hergestellte „flüssige Luft" noch als Argument für den oben erwähnten Zweck benutzen, indem man mitteilt, dafs gemäfs der schwierigeren Condensierbarkeit des Stickstoffes das Verhältnis von O zu N in der flüssigen Luft noch viel günstiger für den O wird als in der Wasserluft, ja dafs es sich gerade umkehrt. Hatten wir in der Wasserluft $1\,O:2\,N$, so haben wir hier $2\,O:1\,N$, so dafs (zumal der Stickstoff aus der Flüssigkeit schneller verdunstet) die sogenannte flüssige Luft eigentlich comprimierten Sauerstoff mit untermischtem Stickstoff darstellt.

Hiermit ist die Untersuchung zu ihrem Abschlufs gelangt.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dafs ein so ins Einzelne gehender Lehrgang der Luftuntersuchung zu viel Zeit in Anspruch nehme. Dem ist zunächst entgegenzuhalten, dafs es sich hier um einen Körper und um Erscheinungen handelt, in welche unbedingt eine gründliche Einsicht gewonnen werden mufs, und hierzu gehört vor allem Zeit — keine noch so geschickte Condensierung des Lehrstoffes kann dies Moment ersetzen. Ferner aber, meinen wir, hat sich eine weiterausschauende Methodik überhaupt nicht durch die momentan geltenden Zeitbestimmungen als gebunden zu erachten, sondern hat, zunächst unbekümmert um andere Rücksichten, die Arbeit zu leisten, die in dem einzelnen Lehrgegenstand steckenden Werte einzeln herauszuheben und zu zeigen, wie sie für die jugendliche Auffassungskraft auszumünzen sind. Liegen in dieser Hinsicht auch schon sehr viele Vorarbeiten vor, so ist doch gemäfs der wachsenden Erkenntnis und der schnell fortschreitenden Forschung noch viel zu leisten übrig. Erst wenn diese Arbeit — die auch für die der Tradition nach die höchste Wertschätzung beanspruchenden Lehrgegenstände noch keineswegs unanfechtbar gethan ist — so weit vorgeschritten sein wird, dafs eine bestimmte Übersicht der Werte ermöglicht ist, wird ein richtiges gegenseitiges Abwägen derselben mit seinen weiteren Consequenzen stattfinden können.

Vorlesungsversuche mit Acetylen.

Von

Prof. **M. Rosenfeld** in Teschen.

1. Darstellung von Acetylen.

Die Darstellung von Acetylen für Versuchszwecke geschieht am einfachsten in einem Kippschen Apparate, Fig. 1, in dessen Tubulus ein mit Hahn versehener Trichter *t* und ein Abzugsrohr *r* befestigt sind; die untere Kugel enthält so viel Wasser, dafs deren Oberfläche das in der Mittelkugel befindliche Carbid nicht erreicht. Zur Erzeugung des Gases läfst man bei offener Abzugsröhre *r* aus dem Trichter *t* Wasser auf das Carbid fliefsen. Schliefst man sodann das Abzugsrohr ab, so drängt das Gas das Wasser aus der unteren in die obere Kugel, und man hat auf diese Weise einen Vorrat an Acetylen angesammelt, den man nach dem Versuche auf dieselbe Weise erneuert.

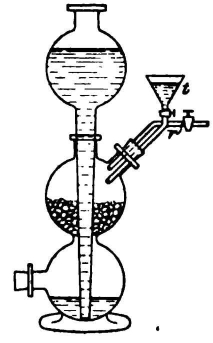


Fig. 1.

2. Vergleichende Explosionsversuche.

Der bekannteste, bei Vorlesungsversuchen zu Explosionszwecken benutzte Apparat ist der Heumannsche[1]). In diesem Apparate läfst sich jedoch nur ein Gemenge von Luft und Leuchtgas gefahrlos zur Explosion bringen; Knallgas oder eine Acetylen-Luftmischung zertrümmert bei der Entzündung den Apparat. Meine Knallgaspipette[2]) leistet jedoch, in entsprechendem Mafsstabe vergröfsert, für Explosionszwecke aller Art ausgezeichnete Dienste. Diese „Explosionskugel", Fig. 2, ist aus starkem Glase, hat einen Durchmesser von 11 cm, eine obere, ebenfalls starkwandige, 30—33 cm lange Röhre, die bei der Mündung *a* 7—8 mm weit ist und sich nach unten allmählich bis auf 3 cm äufseren Durchmesser erweitert; das untere Rohr *b* ist 2 cm weit und 3 cm hoch[3]).

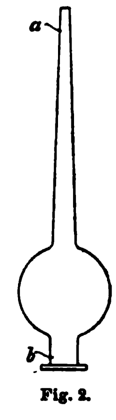


Fig. 2.

Zur Ausführung vergleichender Explosionsversuche verwendet man drei solcher, gleich grofser Explosionskugeln, füllt dieselben mit Hülfe eines mit einem Glasrohre versehenen, in der unteren Röhre befestigten Pfropfens der Reihe nach mit Wasserstoff, Leuchtgas und Acetylen und entzündet die Gase nach Entfernung des Pfropfens an der Mündung der oberen Röhre. Die Flammen brennen an der oberen Mündung weiter, da jedes Gas, von einer Luftschicht getragen, in die Höhe steigt; diese Luft strömt rasch von unten ein, und die Dichtigkeit der Gase läfst sich aus der Geschwindigkeit schätzen, mit der jedes aus der Explosionskugel strömt. Der Wasserstoff strömt am schnellsten aus und brennt mit der gröfsten Flamme, das Acetylen strömt am langsamsten aus und brennt mit der kleinsten Flamme. Zuletzt schlägt die Flamme auf den Rückstand des Gases, das sich in der Kugel mit Luft vermischt hat, nieder, und eine Explosion findet statt, die beim Wasserstoff am heftigsten, beim Leuchtgas am wenigsten heftig ist. Bei den gegebenen Dimensionen des Apparates explodierte bei meinen Versuchen der Wasserstoff nach 10—12 Sekunden, das Leuchtgas

[1]) Heumann, Anleitung zum Experimentieren, II. Aufl. 1893, S. 465.

[2]) Pogg. Bd. CLVII. S. 494.

[3]) Zur Lieferung einer solchen Vorrichtung ist die Firma Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin, Rosenthalerstr. 41, erbötig.

nach 48 Sekunden und das Acetylen nach 125—160 Sekunden. Selbstverständlich können vergleichende Explosionsversuche auch in einem einzigen Apparate vorgenommen werden, indem man in demselben der Reihe nach die verschiedenen Gase auf die angegebene Weise zur Explosion bringt. Die Explosionen verlaufen gänzlich gefahrlos. Besonders schön gestaltet sich die Explosion des Acetylens, indem die zum Explosionsgemisch hinabschlüpfende Flamme einem glänzenden Meteore gleicht. In Ermangelung einer Explosionskugel können diese Versuche auch mit der Kugel eines gröfseren Kippeschen Apparates ausgeführt werden, nur mufs die Mündung der langen Röhre wenigstens 7 mm weit sein.

3. Teilung der Flamme.

Die Teilung der Acetylenflamme kann nicht auf die bekannte Weise mit dem Teclu-Brenner vorgenommen werden, sondern geschieht, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, mit einem Acetylengas-Brenner *b* mit einer einzigen, sehr feinen Öffnung. Die Spitze des Brenners befindet sich 1 cm unter der Mündung des Trichters, steht jedoch nicht in der Mitte des letzteren, sondern seitlich, an die Wand desselben angelehnt. Die Röhre *r* ist 78 cm hoch und 13 mm weit; der in der Röhre befestigte Trichter *t* mit 5 mm weitem und 5 cm hohem Halse ist 5 cm breit und 4 cm hoch. Die Teilung der Acetylenflamme ist viel leichter als die der Leuchtgasflamme auszuführen und geschieht einfach durch vorsichtige Verringerung der Gaszuströmung. Die Erscheinung ist viel imposanter als beim Leuchtgas, indem beide Flammen hell leuchtend sind und besonders die untere Flamme einer glänzenden Leuchtkugel gleicht, so dafs der Versuch auch bei Tageslicht wirkungsvoll ausgeführt werden kann. Der Erfolg wird insofern etwas beeinträchtigt, als die Röhre beim Herabschlüpfen der unteren Flamme von ausgeschiedener Kohle geschwärzt wird. Gut ist es, wenn man das zur Ausführung dieses Versuches verwendete Gas nicht direkt aus dem Kippeschen Apparate, sondern aus einem Gasometer ausströmen läfst, weil bei einem constanten Drucke die untere Flamme sehr leicht auf einem beliebigen Orte zu erhalten ist.

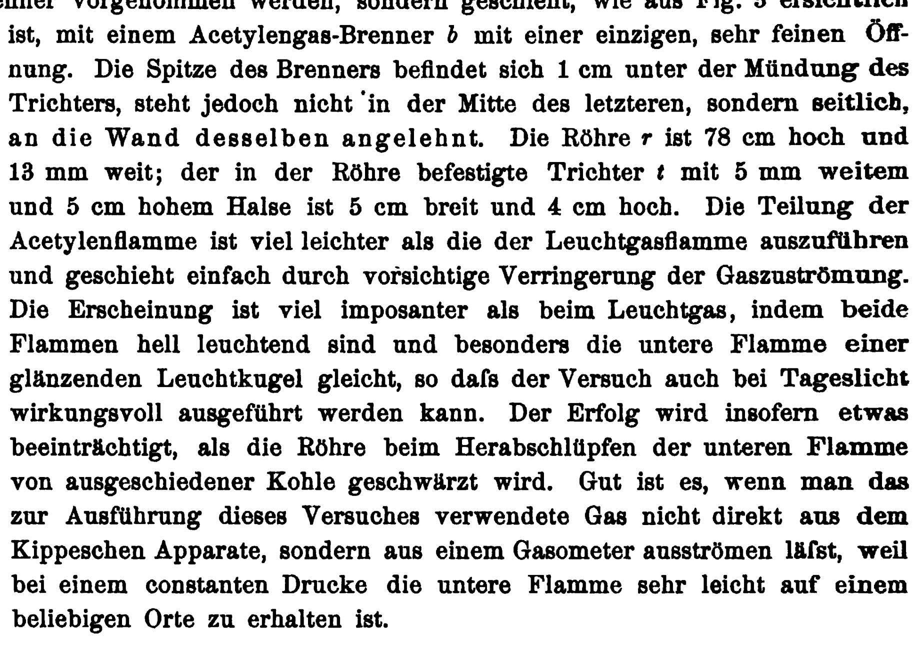


Fig. 3.

4. Die Verbrennung von Luft in Acetylen.

Dieser Versuch läfst sich in der von Heumann beschriebenen Vorrichtung zur Verbrennung von Luft in Leuchtgas[4]) ausführen. Der Apparat besteht bekanntlich aus einem oben mit einer in der Mitte durchlochten Messing- oder Drahtkappe bedeckten Glascylinder, der an seinem unteren Ende durch einen Kork verschlossen ist, in welchem zwei Glasröhren befestigt sind. Die eine dieser Röhren ist rechtwinklig gebogen und dient zur Einströmung des Gases, die andere ist gerade und dient zum Eintritte der Luft.

Zur Ausführung des Versuches wird das Acetylen sofort nach seinem Einströmen in den Cylinder entzündet; es erfolgt eine kleine Explosion, und die Luftflamme wird kurze Zeit darnach ohne weiteres Hinzuthun sichtbar. Es bedarf also zur Umkehrung der Acetylenflamme keiner besonderen Vorrichtung, und der Versuch gestaltet sich um so schöner, als die Luftflamme leuchtend ist und daher auch von gröfserer Entfernung aus deutlich sichtbar erscheint.

[4]) Heumann a. a. O. S. 140.

Demonstrationen über Wechselstrom und Drehstrom.

Von

Dr. P. Spies in Berlin.

Die Unterrichtszwecken dienenden Veröffentlichungen über Wechselstrom und Drehstrom beschränken sich, soweit mir bekannt ist, zumeist auf die Beschreibung schulmäſsiger Formen von Drehstromapparaten, in erster Linie also von Vorrichtungen, die gestatten, die Entstehung und die Wirkung eines Drehfeldes zu zeigen[1]). Neuerdings versucht man jedoch, auch den wichtigen Begriffen, die zur wissenschaftlichen Bearbeitung des neuen Gebietes dienen, pädagogisch näher zu treten[2]). Experimentell ist hier noch manches zu thun, wenn wir dahin kommen wollen, die Gesetze des Ein- und Mehrphasenstroms so übersichtlich demonstrieren zu können, wie dies beim Gleichstrom möglich ist. Über einige Erfahrungen, die ich nach dieser Richtung hin bei den in der Urania stattfindenden Vorträgen über Elektrotechnik gemacht habe, erlaube ich mir im folgenden zu berichten. Die betreffenden Versuche sind unter anderem dem VIII. naturwissenschaftlichen Ferienkursus für Lehrer an höheren Schulen vorgeführt worden[3]).

1. Wechselstrommaschinen. Bei der Besprechung der Gleichstrommaschinen wird heutzutage wohl jeder Lehrer von dem in einem magnetischen Felde bewegten geradlinigen Leiter ausgehen. Die einfachste Form einer Gleichstrommaschine liefert dann ein rechteckiger Bügel, der mit zwei Halbringen (Kollektor) versehen ist[4]). Dementsprechend besteht die einfachste Wechselstrommaschine aus einem derartigen Bügel, dessen beide Drahtenden mit je einem Ringe versehen sind. Die Versuche mit diesen beiden Bügeln pflege ich nur zu markieren.

Die gebräuchlichen Gleichstrommaschinen (mit Trommelanker) schlieſsen sich an jene Vorrichtung eng an, bei den Wechselstrommaschinen ist dies weniger der Fall. Die hauptsächlichen Formen der letzteren lassen sich mit Hülfe einiger Drahtrollen und eines Galvanometers (ich benutze ein aperiodisches Milliampèremeter von Westonschem Typus, dessen Spiegelstreifen entfernt und durch eine Projektionsskala ersetzt ist) in folgender Weise veranschaulichen:

a) Zwei feste Rollen mit Eisenkernen, E und E_1 (Fig. 1), stehen einander so gegenüber, daſs die Windungen parallel und die Ströme gleich gerichtet sind. Eine dritte, mit dem Galvanometer G verbundene Drahtrolle D nimmt man in die Hand und führt sie so zwischen jenen beiden hindurch, daſs ihre Windungen ebenfalls parallel zu denen der festen Rollen sind (ältere Siemens-Maschine).

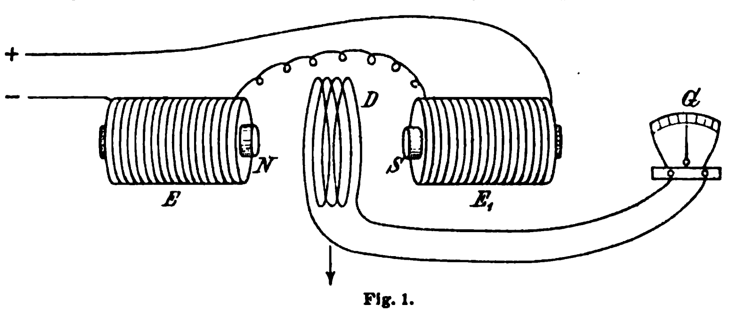


Fig. 1.

[1]) Vgl. d. Zeitschr. *V 157, 186, 189, VI 7, 53, 55, IX 274, X 93, 150, XI 136, 163.*

[2]) Siehe z. B. Bott, *Jahresbericht des Leibnizgymnasiums, Berlin 1898.*

[3]) Siehe *„Naturwissenschaftliche Wochenschrift" 1898 No. 32.*

[4]) G. Kapp, *Elektrische Kraftübertragung. 2. Aufl. pag. 53.* E. Grimsehl, d. Zeitschr. *VI 240.* P. Szymański ebd. *VII 10, VIII 339.*

b) Die induzierenden Elektromagnete stehen neben einander, der eine mit dem Nordpol, der andere mit dem Südpol nach oben. Die Windungen liegen also in wagerechten Ebenen. Die induzierte Rolle führt man der Reihe nach über diese Pole hinweg. Auch sie ist bekanntlich neuerdings fast immer mit einem Eisenkern versehen, und die Anordnung ist in der Regel noch insofern die umgekehrte, als die induzierten Rollen ruhen, während ein Kranz von Feldmagneten gedreht wird (Heliosmaschine). Fig. 2.

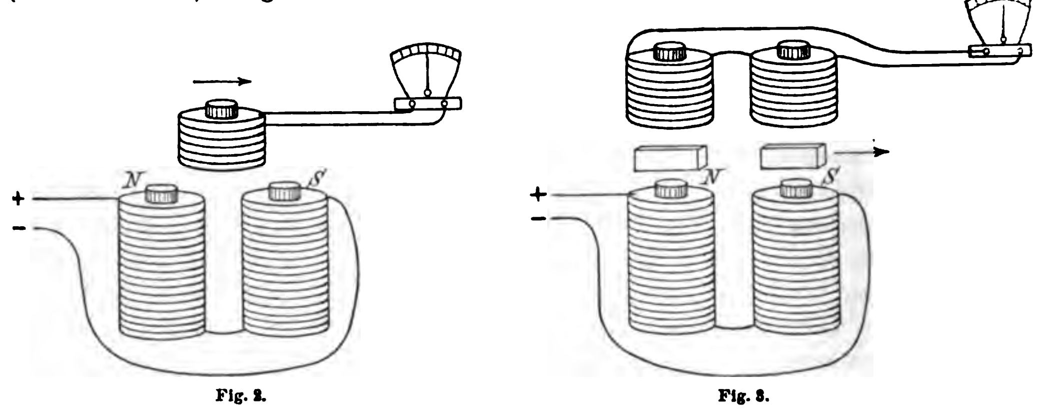


Fig. 2. Fig. 3.

c) Beide Rollensysteme stehen fest. α) Ein beweglicher Eisenkern vermittelt Änderungen des Kraftlinienverlaufs und zwar ein An- und Abschwellen des Kraftlinienflusses. Fig. 3. β) Der bewegliche Eisenkern vermittelt einen Kraftlinienschlufs zwischen der induzierten Rolle und abwechselnd einem Nord- und Südpol. Fig. 4.

Die in der Praxis üblichen Formen haben selbstverständlich gedrängtere Anordnungen, um den Kraftlinienverlauf möglichst günstig zu gestalten.

d) Drehstrommaschinen kann man sich aus jedem der Fälle a, b, c dadurch entstanden denken, dafs auf dem Raume, auf dem eine induzierte Drahtrolle stand, drei Rollen Platz finden, die zunächst selbstständig, oder nur mit gleichliegenden Rollen verbunden sein mögen.

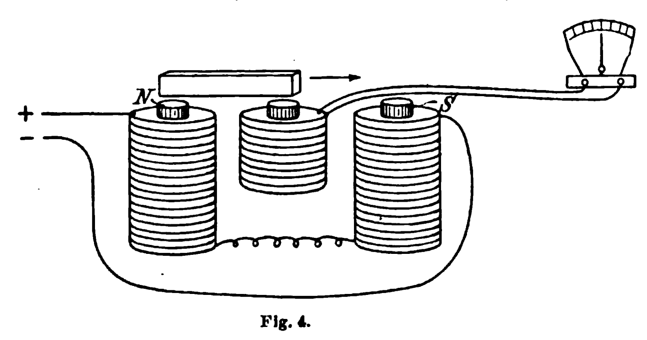


Fig. 4.

2. Mittlere und effektive Stromstärke. Eine Maschine mit Doppel-T-Anker und Kommutator speist eine Glühlampe; die mittlere Stromstärke wird an einem Galvanometer mit permanenter Magnetnadel gemessen. Wenn man nunmehr Akkumulatorenstrom anwendet, so erhält man bei gleicher gemessener Stromstärke ein viel schwächeres Licht. Um die gleiche Stromstärke zu erzielen, mufs man einen Gleichstrom anwenden, der etwa 10 % stärker ist, nämlich sich zu dem Strom der Maschine verhält wie $\sqrt{\frac{1}{2}} : \frac{2}{\pi}$. Das Galvanometer darf nicht durch einen Shunt auf geeignete Empfindlichkeit gebracht werden, weil der letztere dem schwankenden Strome gegenüber nicht mehr das gewöhnliche Shuntverhältnis besitzt. Wenn kein geeignetes Galvanometer zur Verfügung steht, kann man auch mit einem Knallgasvoltameter arbeiten und bestimmen, wieviel Gas bei gleicher Lichtstärke in einer gegebenen Zeit durch die eine und die andere Stromart geliefert wird.

An dieser Stelle erfolgt ein Hinweis auf die Hitzdrahtinstrumente, die ohne weiteres die in der Praxis zumeist gebrauchte Gröfse, die effektive Stromstärke, messen.

3. Transformation. Eine Wechselstromquelle von 100 V. Spannung steht mit einem entfernten Punkte des Saales durch eine dünne Leitung in Verbindung. Ein Versuch, daselbst acht parallel geschaltete Glühlampen zum Leuchten zu bringen, mifslingt; die Lampen leuchten schwach, während der Draht unter dem Einflufs eines Stromes von drei bis vier A. zum Glühen kommt. Wird auf 800 V. transformiert, und werden die Lampen in Serie geschaltet, so bleibt der nunmehr von 0,5 A. durchströmte Draht kalt, und die Lampen glühen hell. Es ist also auf diese Weise eine ökonomische Energieübertragung möglich. Ein Versuch mit einem zweiten Transformator, welcher die niedrige Spannung wieder herstellt, schliefst sich an. Übrigens läfst sich der letztere Versuch auch ohne Wechselstrommaschine mit Hülfe zweier Induktorien zeigen. Dabei wird in der Regel der hochgespannte Strom in der Fernleitung so schwach sein, dafs selbst ein Hitzdrahtinstrument, das nach Art des Riefsschen Luftthermometers gebaut ist, nur sehr wenig anzeigt; die mit der dickdrähtigen Rolle des zweiten Induktoriums verbundene kleine Glühlampe leuchtet hingegen hell. Unterbrecher und Kondensator des zweiten Induktoriums werden selbstverständlich ausgeschaltet.

4. Zusammensetzung von Strömen oder Spannungen. a) Von einer kleinen Drehstrommaschine der unter c β beschriebenen Art (Union E. G.) werden zwei selbstständige, um eine drittel Periode gegen einander versetzte Ströme entnommen und zur Speisung der primären Wicklung je eines Transformators benutzt. Die Spannung der sekundären Wicklung jedes einzelnen Transformators (etwa 800 V.) wird mit einem Braunschen Elektrometer gemessen, dem Diagramm (Fig. 5) entsprechend ergiebt sich als Resultierende von I und II wiederum die gleiche Gröfse III, also 800 V. Kommutiert man den Strom I, so ergiebt sich als Resultierende von I und II die Gröfse III′ gleich 800 $\sqrt{3}$ V.

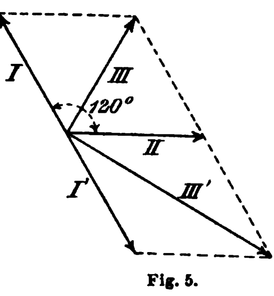
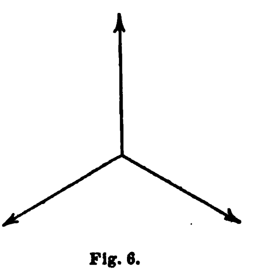


Fig. 5.

b) Unter Benutzung von allen drei Stromsystemen, also mit Hülfe von 6 Leitungen, werden drei Glühlampen gespeist. Die drei blanken Rückleitungen werden nun mittels einer Zange zu einer einzigen zusammengefafst. Es ist zunächst klar, dafs dieser Versuch in derselben Weise und aus denselben Gründen ausführbar ist, wie etwa die gemeinsame Erdrückleitung mehrerer Telegraphenlinien. Die in der gemeinsamen Rückleitung vorliegende Stromstärke ist jedoch gleich Null (Fig. 6). Man erinnere hier an den bekannten Satz der Mechanik, nach welchem die Resultierende beliebig vieler, symmetrisch um einen Punkt verteilter gleicher Kräfte gleich Null ist. Die Stromlosigkeit kann bestätigt werden, wenn man nur an der Maschine und andererseits an den Lampen die betreffenden drei Enden zusammengefafst hält, also hier geeignete Drahtklemmen aufsetzt und dann das Mittelstück der Leitung fortschneidet (Sternschaltung).


Fig. 6.

5. Kraftlinien. Ein stabförmiger Elektromagnet (primäre Rolle eines grofsen Induktoriums) mit geteiltem Eisenkern wird mit Wechselstrom gespeist. Ein Telephon mit Schalltrichter ist mit einer kleinen Drahtrolle verbunden; diese letztere gestattet ein Absuchen des Magnetfeldes, z. B. durch die Stärke des Tons ein Urteil über die Dichte der Kraftlinien. Wenn das Telephon schweigt, stimmt die Kraftlinienrichtung mit der Windungsebene überein. Durch einen angenäherten, in sich geschlossenen

Leiter kann man wieder Kraftlinien in die Prüfrolle hineindrängen; umgekehrt kann man auch mit Hülfe einer Kupferplatte Kraftlinien abschirmen (Analogie zu entsprechenden Hertzschen Versuchen).

6. Selbstinduktion. Man zeige zunächst die Wirkung der Selbstinduktion beim Ein- und Ausschalten von Gleichstrom. Beschickt man einen gröfseren Elektromagneten mit Strom, so steigt der Ausschlag eines eingeschalteten Ampèremeters nur langsam an, umgekehrt wird mit Hülfe einer Wippe der zuvor mit Strom beschickte Elektromagnet als Stromquelle für eine Glühlampe benutzt. Man verfehle nicht darauf hinzuweisen, dafs die in dem massiven Eisenkern induzierten Ströme die Erscheinung langsamer ablaufen lassen, wenngleich sie den allgemeinen Charakter nicht ändern. Bei einem empfindlicheren Reagens (Galvanometer) als die Glühlampe giebt der Elektromagnet noch Strom länger als 10 Sekunden nach Trennung von der Stromquelle.

Beim Wechselstrom schwächt die Selbstinduktion den Strom. Nachweis mit einer Drahtrolle, deren Strom einige Glühlampen durchfliefst. Diese leuchten je nach der Lage eines Eisendrahtbündels in der Rolle mehr oder weniger hell.

In entsprechender Weise wird durch Annäherung und allmähliche Belastung einer sekundären Rolle die Verringerung der Selbstinduktion durch Rückwirkung seitens des induzierten Stromes gezeigt. Die primäre Rolle nimmt also bei gleichbleibender Spannung desto mehr Strom auf, je mehr man die sekundäre Rolle mit parallel geschalteten Lampen belastet (Energieverteilung mittels Transformatoren).

7. Elektroinduktive Anziehung und Abstofsung (Thomsonsche Versuche). Man zeige auch hier zuerst die Versuche mit Gleichstrom: Ein Gleichstrommagnet stöfst beim Stromschlufs eine über ihm an einem Wagebalken hängende Kupferplatte ab; beim Unterbrechen des Stromes erfolgt Anziehung. Bei Anwendung von Wechselstrom bleibt bekanntlich wegen der durch Selbstinduktion verursachten Phasenverzögerung des induzierten Stromes eine Abstofsung übrig, so dafs ein Kupferring, den man über den bei 5 benutzten Elektromagneten streift, sehr energisch abgeschleudert wird. Die Wärmewirkung, welche in dem Kupferring auftritt, demonstriere ich, indem ich den letzteren aus Rohr herstelle und mit Hülfe eines Ansatzstutzens mit Wasser fülle. Dieses kommt in wenigen Sekunden zum Kochen, so dafs der den Stutzen verschliefsende Kork herausgeschleudert wird.

Schliefst man eine Drahtrolle, die oberhalb des Elektromagneten hängt, nicht kurz, sondern durch einen Widerstand, so ist die Abstofsung entsprechend schwächer. Besteht der Widerstand aus einem Stoffe, der bei stärkerem Strom besser leitet (Glühlampen), so treten pendelnde Schwingungen der Drahtrolle ein; dabei leuchten selbstverständlich die Lampen heller, wenn die Rolle nahe am Elektromagneten steht. Der Vorgang erklärt sich dadurch, dafs in diesem Augenblicke eine Temperaturerhöhung eintritt, die nicht sofort wieder verschwindet. Sobald also aus irgend einem Grunde kleine Pendelschwingungen vorhanden sind, entstehen in den Lampen Temperaturschwankungen, die aber in der Phase hinter jenen Schwingungen zurückbleiben. Man erkennt leicht, dafs infolge dessen die abstofsenden Kräfte immer während der Periode des Zurückschwingens stärker sind als beim Vorschwingen, so dafs also die einmal begonnene schwache Schwingung immer stärker wird.

Schliefst man die Drahtrolle nicht durch einen Leiter, sondern durch Kapazität, so erfolgt Anziehung, ein Beweis für das Voreilen des Kapazitätsstromes. Wendet man endlich gleichzeitig Kapazität und Leitung an, so läfst sich eine Compensation der Art erreichen, dafs weder Anziehung noch Abstofsung erfolgt.

Das Barometer mit unvollkommenem Vakuum.

Von
E. Grimsehl zu Cuxhaven.

Enthält der Raum über dem Quecksilber in einem Barometer eine geringe Luftmenge, so ist der Stand des Quecksilbers natürlich niedriger, als er sein würde, wenn das Vakuum vollkommen wäre, da die vorhandene Luft auf das Quecksilber einen Druck ausübt. Dieser Druck ändert sich aber mit dem Stande des Quecksilbers; er wird um so geringer, je tiefer das Quecksilber im Rohre fällt, weil dann die Luft einen gröfseren Raum einnimmt als bei hohem Barometerstande.

Es treten ganz lehrreiche Beziehungen auf, wenn man die Höhe der Quecksilbersäule in einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum berechnet. Da diese Berechnung in den mir bekannten Physikbüchern nirgends durchgeführt ist, habe ich geglaubt, dem einen oder anderen Kollegen einen Dienst damit zu erweisen, wenn ich die Berechnung hier ausführe, besonders deshalb, weil das Problem auch manchen geeigneten Stoff für Schulaufgaben bietet.

1. Barometerstand im Barometer mit unvollkommenem Vakuum.

Es bedeute: a die Länge des ganzen Rohres, gemessen vom äufseren Quecksilberniveau bis zum geschlossenen Ende des Barometerrohres, y die Höhe der Quecksilbersäule, x den äufseren Luftdruck, l die Länge des Rohres über dem Quecksilber, p den von der eingeschlossenen Luft auf das Quecksilber im Rohre ausgeübten Luftdruck. Alsdann bestehen die drei Gleichungen:

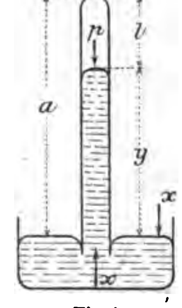


Fig. 1.

$$1)\quad p \cdot l = {}^1/_4\, k^2.$$
$$2)\quad x - y = p.$$
$$3)\quad a - y = l.$$

Die erste Gleichung folgt aus dem Mariotteschen Gesetz; die Gröfse ${}^1/_4\, k^2$ ist eine Constante, deren Wert von der im Rohr eingeschlossenen Luftmenge abhängt. Der Constanten ist die Form ${}^1/_4\, k^2$ gegeben, weil die sich ergebenden Formeln dann eine bequeme Form annehmen. Die zweite Gleichung drückt eine Beziehung aus zwischen den herrschenden Drucken, wenn der Luftdruck immer durch die Länge einer Quecksilbersäule gemessen wird. Die dritte Gleichung ist eine einfache Beziehung zwischen den Längen.

Werden aus diesen drei Gleichungen p und l eliminiert, so entsteht die Gleichung

$$4)\quad y^2 - xy - ay + ax - {}^1/_4\, k^2 = 0.$$

Rechnet man aus dieser Gleichung y aus, so folgt

$$5)\quad y = {}^1/_2 \left(a + x \pm \sqrt{k^2 + (a-x)^2}\right).$$

Die Entscheidung über das Vorzeichen der Wurzel folgt aus der Überlegung, dafs für $k = 0$, also für den Fall, dafs das Vakuum ein vollkommenes wird, $y = x$ werden mufs. Hieraus ergiebt sich der negative Wurzelwert, also ist

$$6)\quad y = {}^1/_2 \left(a + x - \sqrt{k^2 + (a-x)^2}\right)$$

oder

$$y = {}^1/_2 \left(a + x - (a-x)\sqrt{1 + \left(\frac{k}{a-x}\right)^2}\right),$$

wenn $a \gtrless x$ ist. Der Fall $a = x$ wird weiter unten besonders behandelt. Da der

Ausdruck $\left(\frac{k}{a-x}\right)^2$ sicher positiv ist, so ist $\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}$ sicher gröfser als 1, man kann demnach setzen $\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}=1+R$, wo R irgend einen positiven Wert hat; hieraus folgt

$$y = {}^1/_2\,(a + x - (a - x)(1 + R)).$$

$$7)\quad y = x - \frac{(a-x)\cdot R}{2}.$$

Der Ausdruck $(a - x)$ ist bei einem Barometer positiv, woraus sich die Beziehung ergiebt

$$y < x.$$

Das heifst: Der Barometerstand ist bei einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum niedriger als bei einem gewöhnlichen Barometer, bei dem $y = x$ ist. Dieses Resultat war schon bekannt.

Wenn keine Luft im Rohre ist, so ist $k = 0$, dann wird $y = x$, d. h. wir haben ein gewöhnliches Barometer.

Es wird $y = 0$, wenn nach Gleichung 6)

$$a + x = \sqrt{k^2 + (a-x)^2}$$

wird. Das ergiebt

$$x \cdot a = \frac{k^2}{4}.$$

Unter Berücksichtigung der Gleichung 1) $p\,.\,l = {}^1/_4\,k^2$ heifst dies, dafs das ganze Rohr mit Luft vom äufseren Luftdrucke gefüllt ist.

Wird $x = 0$, steht also das Barometer unter dem evakuierten Recipienten einer Luftpumpe, so wird

$$8)\quad y = {}^1/_2\,(a - \sqrt{a^2 + k^2}).$$

Da der Wurzelausdruck gröfser als a ist, solange Luft im Rohre ist, so ergiebt sich für y ein negativer Wert; das Quecksilber steht also im Rohre tiefer als draufsen.

2. Änderung des Barometerstandes bei Änderung des Luftdruckes.

Ändert sich der Luftdruck x und nimmt er den Wert $x + \Delta x$ an, so ändert sich auch der Barometerstand y und nimmt den Wert $y + \Delta y$ an. Aus der Gleichung 4) folgt dann

$$(y + \Delta y)^2 - (x + \Delta x)(y + \Delta y) - a(y + \Delta y) + a(x + \Delta x) - {}^1/_4\,k^2 = 0.$$

Werden in dieser Gleichung die Klammern aufgelöst und wird von der dann entstehenden Gleichung die Gleichung 4) subtrahiert, so folgt

$$2y\Delta y - x\Delta y - y\Delta x - \Delta x\Delta y - a\Delta y + a\Delta x = 0,$$

oder hieraus:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y - a - \Delta y}{2y - x - a}.$$

Nimmt man nun die Änderungen Δx und Δy sehr klein, so kann man Δy rechts vernachlässigen und erhält $y' = \frac{dy}{dx} = \frac{y-a}{2y-x-a}$. Setzt man in diesem Ausdrucke für y den Wert aus Gleichung 6) ein und vereinfacht, so wird

$$9)\quad y' = {}^1/_2\left(1 + \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}}\right).$$

Denselben Ausdruck erhält man natürlich auch durch einfache Bildung des Differentialquotienten aus Gleichung 6). Der Wurzelausdruck ist wieder sicher gröfser als 1, daher ist $\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}} < 1$, woraus weiter folgt, dafs $y' < 1$ ist.

Dieser Ausdruck besagt, dafs die Änderung des Barometerstandes bei einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum geringer ist als bei einem Barometer mit vollkommenem Vakuum, denn bei letzterem ist $y = x$, also $y' = 1$.

Während also das Quecksilber im Barometer mit unvollkommenem Vakuum stets niedriger steht, ändert sich der Barometerstand bei Änderung des äufseren Luftdruckes weniger, als beim Barometer mit vollkommenem Vakuum. Das erstere ist also unempfindlicher als das letztere.

3. Barometerstandskurve.

Beim gewöhnlichen Barometer ist die Barometerstandskurve eine gerade Linie, welche durch den Coordinatenanfangspunkt geht und die Achsen unter 45° schneidet, weil hier $y = x$ ist.

Für unser Barometer gilt aber die Gleichung 4)

$$y^2 - xy - ay + ax - \tfrac{1}{4}k^2 = 0.$$

Diese Gleichung stellt eine Hyperbel dar.

Um die Hyperbel näher zu bestimmen, formen wir die Gleichung folgendermafsen um

$$(y - x)\,y - a\,(y - x) - \tfrac{1}{4}k^2 = 0$$

oder

$$(y - a)(y - x) - \tfrac{1}{4}k^2 = 0.$$

Setzt man $a - y = \xi$ und $x - y = \eta$, so ist

$$10)\quad \xi\eta = \tfrac{1}{4}k^2.$$

Dieses ist die Gleichung einer Hyperbel mit der Potenz $\tfrac{1}{2}k$, bezogen auf ihre beiden Asymptoten ξ und η, deren Gleichungen in Bezug auf die Achsen x und y $\xi = 0$ und $\eta = 0$ sind, oder unter Benutzung der Werte von ξ und η

$$11)\quad y = a \text{ (I. Asymptote) und}$$

$$12)\quad x = y \text{ (II. Asymptote).}$$

Die physikalische Bedeutung der ersten Asymptote ist die, dafs bei wachsendem äufseren Luftdruck sich der Barometerstand immer mehr und mehr dem höchsten Punkte der Röhre nähert, ohne denselben zu erreichen, weil die Luft im Rohre immer mehr und mehr zusammengedrückt wird, ohne ganz zu verschwinden.

Bei abnehmendem Luftdruck nähert sich die Kurve immer mehr der zweiten Asymptote. Bei dem äufseren Luftdruck Null erreicht die Kurve den Punkt M, und es ist nach Gleichung 8) $OM = \tfrac{1}{2}(a - \sqrt{a^2 + k^2})$.

Fig. 2.

Um auch negative Drucke darzustellen, mufs man das Barometerrohr so einrichten, dafs man dasselbe aus dem Gefäfse weiter herausziehen kann. Dann bewirkt die gewissermafsen saugend wirkende Quecksilbersäule eine weitere Abnahme des Druckes unter Null herunter. Der Barometerstand nähert sich dann immer mehr und

mehr der zweiten Asymptote $y = x$. Das bedeutet, dafs der Barometerstand sich immer mehr dem Stande eines Barometers mit vollkommenem Vakuum nähert. Thatsächlich wird ja auch die Luft im Rohr immer mehr verdünnt, und das unvollkommene Vakuum nähert sich dem vollkommenen Vakuum.

Die Coordinaten ξ und η haben eine sehr einfache physikalische Bedeutung. Vergleicht man die Werte für ξ und η mit den Gleichungen 2) und 3), so folgt

$$\xi = l \text{ und } \eta = p$$

und so stimmt die Gleichung der Hyperbel $\xi\eta = \frac{1}{4}k^2$ vollkommen mit der Anfangsgleichung 1) $p \,.\, l = \frac{1}{4}k^2$ überein. Man kann demnach die ganze Behandlung des Problems auch so vornehmen, dafs man die geometrische Bedeutung der Gleichung $p \,.\, l = \frac{1}{4}k^2$ an die Spitze stellt und nun geometrisch weiter schliefsend zu denselben Ergebnissen kommt, die im vorhergehenden algebraisch gefunden sind.

Die Potenz der Hyperbel, also der Wert $\frac{1}{2}k$, hat auch noch eine physikalische Bedeutung. Setzt man in der Gleichung 6)

$$y = \frac{1}{2}\left(a + x - \sqrt{k^2 + (a - x)^2}\right)$$

für x den Wert $x_0 = a$ ein, so wird

$$y_0 = \frac{1}{2}\left(a + a - \sqrt{k^2}\right) = a - \frac{1}{2}k.$$

Hieraus folgt

$$\frac{1}{2}k = a - y_0$$

und da nach Gleichung 3) $a - y = l$ ist, so bedeutet $\frac{1}{2}k$ die Länge der Luftsäule, die die eingeschlossene Luft bildet, wenn die Länge des Barometerrohres gleich der Höhe einer Quecksilbersäule ist, die dem äufseren Luftdrucke das Gleichgewicht hält. Unter diesen Umständen ist dann aber auch $p = \frac{1}{2}k$, also ist die Potenz der Hyperbel gleichzeitig durch die Länge der Luftsäule und durch den herrschenden Druck dargestellt.

Die Giltigkeit des Archimedischen Prinzipes für Schwimmen durch Oberflächenspannung.

Von

Hans Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

Bekanntlich schwimmen Stahlnadeln, dünne Bleche u. dgl. auf der Wasseroberfläche, wenn man sie vorsichtig darauf legt. Die Oberfläche des Wassers verhält sich dabei so, als wäre sie mit einem widerstandsfähigen Häutchen überzogen, das erst zerrissen werden mufs, bevor der aufgelegte Körper untersinken kann. Solange die Nadel oder das Blech schwimmt, zeigt die Flüssigkeitsoberfläche die in Fig. 1 dargestellte Gestalt, aus welcher man ersieht, dafs der schwimmende Körper bis zu einer gewissen Tiefe in die Flüssigkeit einsinkt, also eine bestimmte Menge der Flüssigkeit hebt (verdrängt). Es liegt nahe, dafs auch hier das Archimedische Gesetz gelten wird: die von dem schwimmenden Körper verdrängte (gehobene) Flüssigkeit wiegt eben so viel wie der schwimmende Körper. Dafs dies der Fall ist, läfst sich leicht experimentell nach dem im *VIII.* Jahrgange dieser Zeitschrift *S. 207* erläuterten Verfahren nachweisen. Man nimmt (Fig. 2) ein cylindrisches Glas C (Batterieglas) von ca. 14 cm lichter Weite, an welchem mittels einer Klemme k der Krummheber h befestigt ist. Füllt man C mit Wasser und saugt dann den Heber an, so wird so viel Wasser abfliefsen, bis das Niveau mit der äufseren Hebermündung in derselben Horizontalen liegt. Dann hört

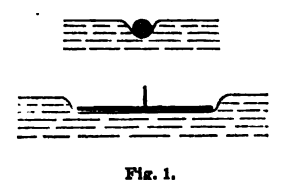


Fig. 1.

das Fliefsen auf, der Heber aber bleibt gefüllt. Wenn man nun einen Körper in das Wasser taucht, so steigt das Niveau, der Heber beginnt wieder zu funktionieren und führt das gehobene Wasser ab, das in einem Becherglase aufgefangen wird. Durch dieses einfache Verfahren kann die gehobene (verdrängte) Wassermenge sehr genau bestimmt werden. Es ist aber nötig, dafs eine beträchtliche Wassermenge gehoben wird, damit der Heber überhaupt wieder zu funktionieren beginnt. Dies hängt jedenfalls mit der Oberflächenspannung an der freien Hebermündung *O*, an welcher sich eine convexe Oberfläche ausbildet, zusammen. Hat aber einmal das Fliefsen des Wassers begonnen, so wird das gesamte gehobene Wasser durch den Heber übergeführt.

Nach diesen Bemerkungen will ich zum eigentlichen Gegenstande zurückkehren. Als Schwimmer benutze ich eine Kreis-Scheibe aus Stahlblech von 100 mm Durchmesser und dem Gewichte $G = 19{,}13$ g. Dieselbe trägt in der Mitte einen kleinen Stift *S*, der als Handhabe beim Auflegen der Scheibe dient. Die Scheibe schwimmt, wenn sie nicht allzu hastig auf das Wasser gelegt wird, sicher auf demselben, kann sogar noch mit Gewichten (bis zu 10 g) belastet werden, ohne unterzusinken. Aufserdem halte ich für den Versuch einen Cylinder *m* aus Pockholz bereit, an welchem ein feiner Draht *d* angebracht ist. Die Wasserverdrängung dieses Cylinders ist nach obigem Verfahren zehnmal hinter einander bestimmt worden, und es ergab sich daraus der Mittelwert 48,53 g. Nachdem die Vorrichtung nach Fig. 2 bereitgestellt ist, wird ein leeres Becherglas *b*, das auf einer nebenstehenden Wage austariert worden ist, unter den gefüllten Heber *h* gebracht. Hierauf wird der Cylinder *m* eingesenkt. Das gehobene Wasser beginnt durch den Heber langsam abzufliefsen, und während dessen wird nun auch die Blechscheibe *S* auf die Oberfläche gelegt. (Indem man von unten gegen die Oberfläche sieht, kann man sich überzeugen, dafs sich keine Luftblasen unter der Scheibe befinden.) Man wartet nun so lange, bis das Wasser zu fliefsen aufhört, bringt das Becherglas mit dem aufgefangenen Wasser wieder auf die Wagschale und wägt das Wasser ab.

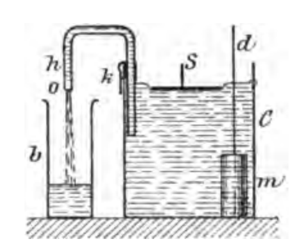


Fig. 2.

Dieses Wasser, vermindert um das durch den Cylinder *m* verdrängte Wasser (48,53 g), giebt das durch die schwimmende Blechscheibe gehobene Wasser an.

In 8 Versuchen wog das im Becherglase aufgefangene Wasser:

67,40 g 67,65 g 67,56 g 67,85 g 67,30 g 67,65 g 67,95 g 67,75 g,

so dafs nach Abzug des vom Pockholzcylinder verdrängten Wassers für das durch die Blechscheibe gehobene Wasser verbleibt:

18,87 g 19,12 g 19,03 g 19,32 g 18,77 g 19,12 g 19,42 g 19,22 g.

Man sieht, dafs diese Werte, deren arithmetisches Mittel $= 19{,}12$ ist, nur wenig von dem Gewichte der Scheibe (19,13 g) abweichen, und dafs sich ihr Mittelwert mit diesem Gewichte nahezu deckt.

Die Giltigkeit des Archimedischen Gesetzes erscheint daher auch für das Schwimmen durch Oberflächenspannung experimentell erwiesen.

Ich habe die Versuche in mannigfacher Art variiert, indem ich verschiedene Hülfskörper *m* und verschiedene Metallscheiben verwendete. Die absoluten Werte der Fehler, die offenbar von der Benetzung der Gefäfswände herrühren, bewegten sich in denselben Grenzen wie bei den oben angegebenen Versuchsresultaten, erschienen also bei leichteren Blechscheiben procentuell höher. Es empfiehlt sich daher, bei Durchführung des Versuches die oben angegebenen Dimensionen der Scheibe zu wählen. Die Dicke derselben beträgt nicht ganz 0,4 mm. Die ganze Vorrichtung nach Fig. 2 kann durch den Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg, Deutschböhmen, bezogen werden.

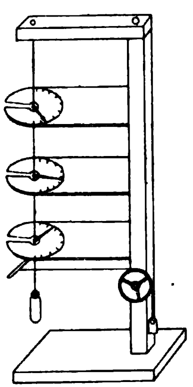
Kleine Mitteilungen.

Spannungsabfall (Potentialdifferenz).

Von Prof. **W. Weiler** in Efslingen.

Dafs die Spannung des elektrischen Stromes mit der Länge der Leitung, d. h. mit dem Widerstande und mit der Stromstärke abnimmt, läfst sich am einfachsten an den Spannungsmessern einer gröfseren Beleuchtungsanlage ablesen; allein für den Unterricht dürfte sich diese Gelegenheit nur in seltenen Fällen darbieten. Mit feinen Instrumenten kann man freilich diesen Verlust schon an Leitungen aus Drähten von einigen Metern Länge nachweisen; aber nur in wenigen physikalischen Kabinetten wird man diese Apparate finden. Doch auch da, wo sie vorhanden sind, wird man mit Nutzen den elektrischen Vorgang durch einen ähnlichen mechanischen versinnlichen. Eine Drahtspirale, senkrecht aufgehängt und mit verschiedenen Gewichten belastet, zeigt, dafs für dieselbe Spirale die Verlängerungen mit den Gewichten zunehmen, wie der Spannungsverlust für dieselbe Leitung mit der Stromstärke wächst; die halb so lange Spirale erleidet mit demselben Gewichte die halbe Verlängerung, der Spannungsverlust nimmt somit mit der Verkürzung der Leitung ab. Zwei Spiralen, mit denselben Gewichten gestreckt, veranschaulichen, wie der Spannungsverlust mit dem wachsenden Querschnitt der Leitung abnimmt.

In diesen Versuchen wird der elektrische Widerstand mit dem Bruchwiderstand, dagegen in der Vorrichtung, den die beigegebene Figur darstellt, mit dem Drehungswiderstand in Parallele gesetzt. Ein Draht, der in einem Gestelle befestigt ist, wird durch ein Gewicht gespannt, nur damit er seine Richtung beibehält; in gleichen Abständen trägt er Zeiger, die über Kreisteilungen schweben; unter der untersten Kreisteilung ist ein Hebel angelötet, von dem aus ein Faden über eine Rolle läuft. Hängt man Gewichte an diesen Faden, so weisen die Zeiger von oben nach unten wachsende Spannung nach. Verschiedene Gewichte, verschiedenen Stromstärken entsprechend, bewirken verschiedene Zeigerstellungen und ein dickerer Draht wird mit demselben Drehungsgewichte geringeren Spannungsabfall erkennen lassen als der gleichlange dünnere. Aus den Versuchen mit beiden Vorrichtungen findet man $e = i \cdot r$. Will man noch mit verschiedenen Materialien operieren, so läfst sich auch die Formel nachweisen: $e = \varrho \cdot \frac{L}{Q} \cdot i$, worin ϱ den spezifischen Leitungswiderstand, L die Länge, Q den Querschnitt und i die Stromstärke bedeuten.



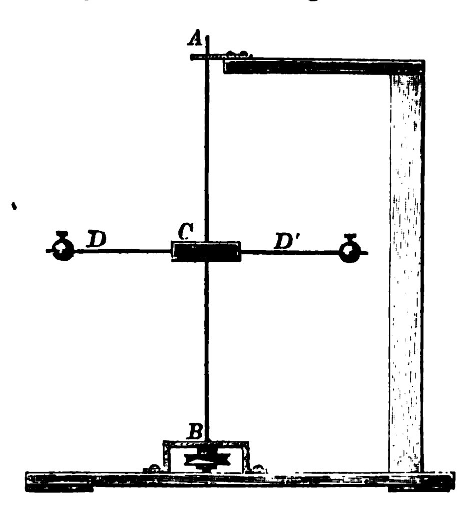
Bei dieser Torsion des cylindrischen Drahtes verwandelt sich jede Längslinie in eine Schraubenlinie. Es ist dabei der Torsionswinkel φ direkt proportional dem einwirkenden Drehmoment Pa und der Länge des Stabes, umgekehrt proportional dem Coefficienten der Torsion T, der nur von der Substanz abhängt und der vierten Potenz des Radius: $\varphi = \frac{Pa \cdot L}{T \cdot r^4}$ und $Pa = \varphi \cdot T \cdot \frac{r^4}{L}$. Die zurückdrehende elastische Kraft ist dem Torsionswinkel direkt, der Länge aber umgekehrt proportional. Drehungswinkel φ und Spannungsabfall e sind also vergleichbare Gröfsen, ebenso Drehmoment Pa und Stromstärke i, die Länge tritt in beiden Formeln auf; das Produkt aber aus dem Coefficienten der Torsion und der vierten Potenz des Radius r und der Querschnitt Q entsprechen einander nicht völlig.

Ausbalancieren von Maschinenachsen.

Von Dr. **H. J. Oosting** in den Helder.

Als Nebenapparat für die Schwungmaschine, im besonderen zur Erläuterung des Ausbalancierens von Maschinenachsen, verwende ich die nachstehend abgebildete Vorrichtung. *AB* ist eine Stricknadel, etwa 35 cm lang und 2,5 mm dick, auf deren Mitte ein kleiner Holz-

cylinder C angebracht ist. Darin stecken zwei gleichlange Stücke D und D' einer Stricknadel, die senkrecht auf AB stehen und durch den Holzcylinder bis zu AB gehen. Bei A und B läuft AB durch doppelt-konische Öffnungen in Messingplatten, die in der gezeichneten Weise an einem hölzernen Gestell befestigt sind. An dem Unterende ist auf AB eine Rolle befestigt, um AB in Drehung versetzen zu können.



Werden zwei gleiche messingene Kugeln auf D und D' in gleicher Entfernung von AB festgeklemmt, so biegt sich AB bei Drehung nicht; wenn aber die Entfernungen der Kugeln von AB nicht einander gleich sind, sieht man während der Drehung AB sich ausbiegen. Auch kann man auf der einen Seite zwei gleiche Kugeln nehmen, die jedoch, wenn AB sich nicht biegen soll, nebeneinander in einer Entfernung von AB festgeklemmt werden müssen, die halb so grofs ist als die der Kugel auf der anderen Seite.

Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Gasen.

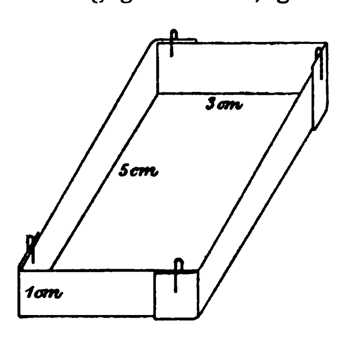
Von Dr. **A. Schmidt** in Friedenau-Berlin.

Zu dem Versuch, die Schallgeschwindigkeit in Gasen dadurch zu untersuchen, dafs man Pfeifen damit anbläst, giebt Weinhold in den physikalischen Demonstrationen mehrere Vorsichtsmafsregeln an, unter denen der Versuch gelingt. Ohne alle Kunstgriffe kommt man aber zum Ziel, wenn man kleine Pfeifen verwendet, Orgelpfeifen von c_3 an aufwärts, oder noch einfacher kleine Trillerpfeifen, wie man sie in jedem Spielwarengeschäft erhält. Der Unterschied der Tonhöhe bei Luft und Leuchtgas ist deutlich erkennbar. Wasserstoff oder Leuchtgas und Kohlensäure können sehr gut auch dadurch verglichen werden, dafs man zwei Pfeifen, deren Töne gleich sind oder um eine Oktave auseinander liegen (ich hatte e_3 und e_4 zur Verfügung), zuerst beide mit demselben Gas anbläst, um die Consonanz zu zeigen, und dann gleichzeitig die eine mit Kohlensäure, die andere mit Leuchtgas oder Wasserstoff, endlich beide nach Vertauschung der Gase. Die Vergröfserung oder Verkleinerung des Intervalles fällt sehr leicht auf. Der Druck, unter dem das Gas in der Gasleitung am Tage, in einem Kippschen Apparat oder einer einfachen Gasentwicklungsflasche steht, reicht völlig aus. Beim Kippschen Apparat oder der Gasentwicklungsflasche ist es allerdings erforderlich, durch Schliefsen des Hahnes oder Zusammendrücken des Schlauches die Säure im Zuleitungsrohr hoch zu treiben, um für einige Sekunden hinreichenden Druck zu haben.

Für die Praxis.

Schmelzen von Metall in Papierhüllen. Von Prof. Looser in Essen. In den meisten Lehrbüchern der Physik steht bei Gelegenheit der guten und schlechten Wärmeleiter, dafs man Metall in Papierbehältern schmelzen könne. Bislang habe ich vergeblich nach einer Anleitung gesucht, auch noch keinen Physiker getroffen, der den jedenfalls lehrreichen Versuch schon gemacht hätte. Ich glaube, manchem wird, deshalb die folgende Anordnung, zu der Verfasser nach einigen vergeblichen Versuchen kam, willkommen sein. Man schneidet sich aus gutem Zeichenpapier ein Rechteck $abcd$ ca. 8 cm lang und 5 cm breit, biegt die Ränder ungefähr 1 cm hoch um (punktierte Linien ee) und trennt die Eckquadrate durch einen Schnitt (stark gezeichnete Linie), biegt sie um und schiebt zur Befestigung ein doppelt gelegtes Drahtstück f über, oder man fertigt sich kleine Klammern aus biegsamem Blech, die man mit der Greifzange recht fest zusammenprefst. Die ganze Arbeit geht sehr rasch von statten und man wird gut thun, gleich mehrere Kästchen anzufertigen. Mittler-

weile hat man in einem Tiegel Schnelllot (Bleizinnlegierung der Klempner) **ohne Überhitzung** geschmolzen, giefst die Kästchen voll Metall und läfst erkalten. Um eine Überhitzung sicher zu vermeiden, werfe man, nachdem die Masse geschmolzen und die Flamme entfernt ist, noch einige Stückchen Metall hinein. Man hat jetzt nur nötig, ein solches Kästchen über einen kleinen Ring zu setzen und eine möglichst klein gehaltene Bunsenflamme unterzustellen. Nach kurzer Zeit ist das Metall in dem Schächtelchen geschmolzen. Nachdem dies geschehen, zieht man die Bunsenflamme vorsichtig weg und setzt an ihre Stelle ein nicht zu kleines bis zu $^4/_5$ mit Wasser gefülltes Becherglas. Es handelt sich jetzt nämlich darum, den flüssigen Zustand des Metalles nachzuweisen. Zu dem Zwecke feilt man eine Stricknadel oder einen Eisennagel von ungefähr gleicher Dicke möglichst spitz, fafst ihn mit der Greifzange und stöfst durch das flüssige Metall ein Loch in den Boden des Papiergefäfses. Das Metall fliefst sofort aus und zwar nicht in der Form des gewöhnlichen granulierten Bleies, sondern in schlanken regelmäfsigen, einander fast congruenten Spindeln, die gestatten, nachher die plötzlich festgehaltene Form des Tropfens mit Mühe zu studieren und nebenbei einen schönen Anblick gewähren. Einige hängen manchmal noch durch dünne Fäden zusammen. Wegen der Durchstofsung darf man den untergesetzten Ring nicht so grofs wählen, dafs die Ecken des Kästchens abgleiten können. Beim Wiederumschmelzen sehe man zu, dafs die früher erhaltenen Spindeln absolut trocken sind, weil sonst die Masse stark spritzt.



Selbstanfertigung von Akkumulatoren. Von W. Weiler in Efslingen. Der Einsender hat sich schon viele Mühe gegeben, Akkumulatoren ihres hohen Preises und ihrer Vorzüge wegen selbst anzufertigen; er hat die Platten nach Planté und nach Faure behandelt, sie dazu mit der Feile rauh gehauen, sie gefaltet und gegossen; die Gufsmodelle aber sind schwer anzufertigen und darum teuer, man ist also auf eine Form und Gröfse beschränkt. Es war ihm daher recht willkommen, dafs die Firma Holzapfel und Hilgers in Berlin Glaskästen und zugehörige leere Gitter aus Hartblei, d. h. mit Antimon versetztem Blei, in den Handel brachte. Das Glasgefäfs für Platten von $8^1/_2$ cm Breite und 12 cm Länge kostet 95 Pf., drei Platten dazu (1 positive und 2 negative) 66 Pf.; zu 4 Platten braucht man 1 Pfund Mennige zu 25 Pf., so dafs eine Zelle ohne Schwefelsäure auf etwa 1,40 M. kommt. Bei Bezug von 100 Stück wird 10% Rabatt gegeben. Die Zelle wurde nun 4 Wochen lang nach Planté formiert, d. h. hin- und hergeladen und entladen und dann mit dem Mennigbrei auf Glasplatte bestrichen. Mit 3 Teilen reiner Schwefelsäure und 1 Teil Wasser wird ein dicker Brei mit dem Glasstab angerührt und nach etwa 24 Stunden auf die direkt aus der Flüssigkeit genommenen Platten gestrichen. Ist die Schwefelsäure zu verdünnt und die Mennige unrein, so wird die Masse gar nicht hart und fällt ab, wenn man sie in die Zelle bringt. Man hilft dem ab, indem man die getrocknete Platte mit weniger verdünnter Schwefelsäure mehrmals übergiefst, bis die Masse endlich cementartig fest wird. Hat die Masse etwas angezogen, so streicht man die Platte von der Glasplatte langsam auf die Seite ziehend ab und läfst trocknen; etwa ungleichartig gebliebene Stellen gleicht man nachträglich aus; das Aufstreichen geschieht mit einem Glasstreifen. Bei der Ladung der Zellen mit galvanischen Elementen schaltet man diese auf Spannung und die Zellen auf Menge. Man ladet am schnellsten, wenn die Zahl der hintereinander geschalteten Elemente (Meidinger, Bunsen) das Vierfache beträgt von der Anzahl der hintereinander geschalteten Zellen. Ladet man mit der Lichtleitung, so rechne man 0,8 bis 0,9 A. auf 100 qcm der Plattenoberfläche. Man beachte übrigens die vielen Belehrungen, die diese Zeitschrift schon über Akkumulatoren gebracht hat. Ein Ladeumschalter ist in Fig. 69 und 70 des *„praktischen Elektrikers“* abgebildet.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Über das Bolometer. Von S. P. Langley (*American Journal of Science V, 241; 1898*). Der Verf. giebt eine Geschichte der Entwickelung des von ihm zuerst 1881 construierten Instruments. In diesem waren die Metallstreifen, welche die Zweige der Wheatstoneschen Brücke bildeten, aus Eisen von 0,001 bis 0,0001 Zoll Dicke. Es war schon in dieser primitiven Form weit empfindlicher als das beste Thermoelement; die durch eine Linse darauf concentrierten Wärmestrahlen des Mondes gaben eine Ablenkung von 40 Skalenteilen (mm). Später wurde das Eisen durch Platin ersetzt. In dem vom Verf. jetzt benutzten Bolometer ist der mittelste Streifen 0,1 mm breit. Die Präzision der Anwendung ist bedeutend gewachsen. Das alte Thermoelement konnte auf eine Stelle des Spektrums gesetzt werden mit einem Fehler, der einen Bruchteil eines Grades betrug. Das noch 1886 vom Verf. benutzte Bolometer setzte diesen Fehler auf den Bruchteil einer Bogenminute herab. Das jetzt benutzte Instrument giebt nur einen Fehler von wenig mehr als eine Bogensekunde; es wird vermittelst eines Uhrwerks durch das Spektrum bewegt und kann im Dunkeln mit gröfster Präzision eingestellt werden. Auch die Genauigkeit der Beobachtung ist sehr grofs. Der wahrscheinliche Fehler einer Galvanometerablesung betrug bei Untersuchung der Strahlung einer Argandlampe nur 0,03 bis 0,04 eines Prozents; und dies kann auch einer Schwankung in der Strahlung zugeschrieben werden. Die Empfindlichkeit des älteren Instruments war derart, dafs ein Strom von 0,000 000 000 5 A. in ein Meter Entfernung eine Ablenkung von 1 mm gab; bei dem jetzt benutzten wurde dieselbe Ablenkung schon mit einem Strom von 0,000 000 000 001 2 A. erzielt, so dafs sich die Empfindlichkeit um das 400 fache gesteigert hat. Das Bolometer zeigt gegenwärtig schon einen Temperaturunterschied von viel weniger als einem Zehnmillionstel Grad des hundertteiligen Thermometers an. *Schk.*

Ein neuer elektrischer Ofen. Die Firma R. W. Paul, London, Hatton Garden, bringt einen elektrischen Ofen auf den Markt, den Herr W. Clark Fisher vor einigen Jahren für seinen eigenen Gebrauch gebaut hat. (*Deutsche Mechaniker-Zeitung 1898, 97.*) Die Vorrichtung ist für Arbeiten mit dem Schmelztiegel, mit offenem Feuer, zum Schweifsen und Löten in gleicher Weise brauchbar, da sich die Kohlen nach jeder Richtung bewegen und unter einem beliebigen Winkel in jeder Ebene einstellen lassen. Der gufseiserne Rahmen, der die Kohlen trägt, bildet einen durchbrochenen Bogen, der aus zwei Teilen besteht und auf einer feuerbeständigen nichtleitenden Grundplatte aufgeschraubt ist. Die beiden Teile sind oben, wo sie zusammenstofsen, sorgfältig von einander isoliert. Die Kohlenhalter bewegen sich in Ringen und können durch Flügelschrauben in jeder beliebigen Stellung festgeklemmt werden; die Ringe sitzen an nichtleitenden Bolzen, die durch die Durchbrechung des Rahmens hindurchgehen und eine Einstellung in jeder beliebigen Höhe erlauben. Da die beiden Kohlenhalter vollkommen unabhängig von einander in ihren Bewegungen und von einander sowie von dem Rahmen sorgfältig isoliert sind, so kann man sie leicht zum Gebrauch am Schmelztiegel, für Schweifsen und Löten einstellen. Stellt man beide wagerecht oder den einen wagerecht und den andern lotrecht, so erhält man einen offenen Ofen u. s. w. Die Vorrichtung wird in zwei Gröfsen gebaut: für 10 bis 15 A und für 60 bis 80 A bei 50 bis 100 V. *H. H.-M.*

Das neue Grammophon von Emile Berliner zu Washington führte dessen Bruder Joseph Berliner auf der 6. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker zu Frankfurt a. M. vor. *E. T. Z. XIX 614*; *1898.* Die Aufnahme-Vorrichtung besteht aus einem wagerechten Tische, der durch ein Uhrwerk oder mit der Hand in gleichmäfsige Umdrehung versetzt wird. Auf diesem Drehtisch liegt eine Zinkplatte, die in folgender Weise aufbereitet ist. Die Zinkplatte wird auf Hochglanz poliert und mit einem Ätzgrund aus Wachsfett, einem Auszug aus reinem Bienenwachs mit Benzin, in ganzer dünner Schicht überzogen. Oberhalb der Zinkplatte ist ein Schalltrichter angebracht, dessen verjüngtes Ende eine $^1/_{10}$ mm starke

Glimmerplatte trägt, die in eine Messingdose gefafst ist. In der Mitte der Glimmerplatte und parallel zu ihr ist ein Hebel befestigt, der in eine scharfe Iridiumspitze endigt. Wird die Glimmerscheibe durch Schallwellen in Schwingungen versetzt, so führt die an dem Hebel befestigte Spitze diese Schwingungen in vergröfsertem Mafsstabe aus. Da diese Spitze auf der Zinkplatte aufliegt, so werden die Schwingungen in die Wachsfettschicht eingeschrieben, wobei der die Glimmerplatte tragende Arm langsam seitwärts fortbewegt wird. Infolgedessen werden die Schallwellen in den Wachsüberzug in Form einer Spirallinie eingeschrieben. Nach erfolgter Aufnahme wird die Zinkplatte 10—15 Minuten in ein Chromsäurebad gelegt und dadurch die Nadelspur in das Zink eingeätzt. Alsdann wird die übrige Wachsfettschicht entfernt, und die eingeätzten Riefen werden auf dem Drehtisch mittels einer Stahlnadel nachpoliert. Die so hergestellte Schallplatte wird nicht zur Wiedergabe benutzt, sondern auf galvanoplastischem Wege und durch Prägung vervielfältigt. Die Wiedergabe-Vorrichtung besteht aus einem Drehtisch, auf den die Schallplatte aufgelegt wird, und aus einer Schalldose mit Stahlnadel und Schalltrichter. Bei Drehung der Schallplatte macht die Stahlnadel der Schalldose genau die gleichen Bewegungen, die die Nadel bei der Aufnahme gemacht hat; daraus ergiebt sich, dass die Schwingungen der Schalldosen-Membran ebenfalls damit übereinstimmen, und folglich auch die erzeugten Töne genau den bei der Aufnahme aufgeschriebenen entsprechen. Mit dem Grammophon können Schallwellen jeder Art aufgenommen werden. Die Klangfarbe bleibt unverändert und die Lautstärke ist hervorragend. Über die ältere Form des Grammophons aus dem Jahre 1888 vergl. d. Zeitschr. *II 98*. *H. H.-M.*

Neue Fallversuche, zu denen die lehrreichen Versuche des verstorbenen A. N. Liubimoff die Anregung gaben, beschreibt Robert Neumann in den *Period. Blättern f. d. naturk. u. math. Schulunterricht V 44*; *1898*. Auf dem Kästchen von Neumanns Fallmaschine (d. Zeitschr. *XI 179*) wird ein Brettchen aufgeschraubt und eine Holzkugel *c* (Fig. 1) an dem etwas abgeschrägten Ende einer weiten daran befestigten Glasröhre *R* durch den Stift *s* am Herabrollen gehindert. Die Kugel bleibt während des Falles auch nach dem Verlassen des Stifts an ihrem Orte und rollt erst herab, wenn die Fallbewegung aufhört. Der andere Versuch zeigt, dafs ein Heronsball während des Falles zu springen beginnt. Man befestigt den Heronsball an der Fallvorrichtung und bläst mittels eines Schlauches langsam so viel Luft ein, dafs ihr Druck auch nach dem Entfernen des Schlauchs das Röhrchen *s* (Fig. 2), das in eine feine, etwas nach vorn gebogene Spitze ausgezogen ist, gefüllt erhält. Das Wasser kann man etwas färben. Der Druck der Wassersäule und die Spannkraft der Luft in dem Fläschchen halten einander das Gleichgewicht. Während des Falles verschwindet der Druck der Wassersäule und die Spannkraft der Luft treibt das Wasser aus der Öffnung heraus. *H. H.-M.*

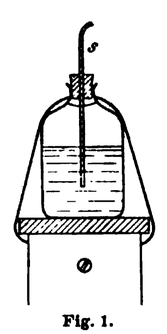


Fig. 1.

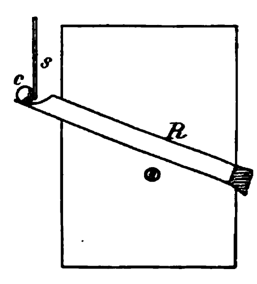


Fig. 2.

Schülerversuch über die Elasticität des Glases. In den *Period. Blättern f. naturk. u. math. Schulunterricht V 52* teilt Herr Prof. K. Kraus einen einfachen Versuch mit, auf den ihn Johann Schmutzer, ein Schüler des ersten Jahrgangs, aufmerksam gemacht hat. Dieser hatte bei der Herstellung eines Wasserthermoskops aus einer Flasche für Kölnisches Wasser die Wahrnehmung gemacht, dafs sich die flachen Wände bequem zusammendrücken lassen. Er versuchte es dann mit einer plattbauchigen Flasche, wie sie für geistige Getränke benutzt wird, und konnte damit die Gültigkeit des Hookeschen Elasticitätsgesetzes für Glas nachweisen. Legt man nämlich das Thermoskop wagerecht und beschwert man den Bauch der Flasche nach und nach (bis 5 kg), so bewegt sich der Flüssigkeitsfaden entsprechend der aufgelegten Last. Der Versuch gelingt auch mit einem Kochkolben, ist aber für diesen gefährlich. *H. H.-M.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Kathoden- und Röntgenstrahlen. Das Verhalten der Kathodenstrahlen in elekrischen Wechselfeldern hat H. Ebert näher untersucht *(Wied. Ann. 64, 240; 1898).* Der Strom eines Hochfrequenzwechselstromtransformators wurde einem Condensator zugeführt, zwischen dessen Platten ein sehr regelmäfsig wechselndes elektrostatisches Feld entstand. In diesem Felde befand sich die durch eine Influenzmaschine erregte Braunsche Vakuumröhre. Die Kathodenstrahlen in dieser wurden genau in der Richtung der Kraftlinien abgelenkt. Bei Vergröfserung der Platten nahm die Ablenkung zu; bei Entfernung derselben nahm sie ab, wurde aber sofort gröfser, wenn man zwischen die Platten ein Dielektricum von höherer Dielektrizitätsconstante brachte. Eine in den Condensatorstrom eingeschaltete Leydener Flasche erhöhte die Ablenkung ebenfalls. Weitere Versuchen zeigten, dafs die Ablenkungen nicht durch die magnetischen Kräfte dielektrischer Verschiebungsströme bedingt sind; „ihre Ursache scheint in den Umbiegungen zu liegen, welche die Kathodenstrahlen erfahren, wenn sie auf die durch die elektrischen Schwingungen im Rohrinnern hervorgerufenen Kathodendunkelräume treffen". Die Ablenkungen der Kathodenstrahlen einer Braunschen Röhre sind ein empfindliches Hülfsmittel zum Studium der Spannungen offener Transformatoren.

Die Einwirkung eines in die Richtung der Kathodenstrahlen gestellten Magnetpoles untersuchte F. Braun *(Wied. Ann. 65, 368; 1898).* Der Magnetpol M befand sich in einer besonderen Glasröhre H der Kathode K gegenüber und wurde durch die Magnetisierungsspule J erregt. Bei A ist die Anode, bei C ein Diaphragma und bei S ein phosphorescierender Schirm. Fiel nun ein Bündel Kathodenstrahlen durch C auf die Kuppe der Röhre H, so zeigte sich nach Erregung des Magneten auf dem Schirm S ein heller Kreis mit scharfem inneren Rande; der Durchmesser des Kreises wuchs mit der Stärke der Magnetisierung. Braun stellte durch verschiedene Versuche fest, dafs der Kreis nicht durch sehr rasche unipolare Rotation des Kathodenstrahles entsteht; es findet vielmehr eine Deformation des Strahles zu einem ruhenden kegelförmigen Gebilde statt. Ein bei einer zweiten Röhre angebrachter phosphorescierender Schirm senkrecht zu S gab einen Achsenschnitt dieses Kegels. Geht der ursprüngliche Strahl seitlich an M vorbei, so wird er nach Erregung von M so abgelenkt, als wenn er ein biegsamer, bei K befestigter Leiter wäre, der ein Minimum von Länge anzunehmen bestrebt ist. Braun erwähnt noch die Thatsache, dafs die Kathodenstrahlen schon sehr erheblich durch das magnetische Erdfeld abgelenkt werden. Mit einem 30 cm langen Kathodenstrahl liefs sich angenähert die Inklinationsrichtung auffinden.

Die magnetische Ablenkbarkeit elektrostatisch beeinflufster Kathodenstrahlen untersucht, in Fortsetzung früherer Arbeiten *(d. Ztschr. XI 88)* W. Kaufmann (*Wied. Ann. 65, 431*). Er hatte gezeigt, dafs die magnetische Ablenkbarkeit umgekehrt proportional ist der Quadratwurzel aus der Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode. Nimmt man das Potential in der Fortpflanzungsrichtung des Strahles als variabel an, so kommt für die magnetische Ablenkbarkeit nicht mehr die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode in Betracht, sondern die zwischen dem Raume, wo die Ablenkung stattfindet, und der Kathode. Bezeichnet y_0 die Gröfse der Ablenkung an einer Stelle, die gegen die Kathode die Potentialdifferenz V' hat, I die Stromstärke, so mufs $y_0 = \text{const.}\ I/\sqrt{V'}$ sein. Um diese theoretische Folgerung praktisch zu bestätigen, nimmt Kaufmann zwei conzentrische Metallcylinder mit einem Zwischenraum von 2 bis 3 mm; beide endigen mit einem verjüngten Teile innerhalb der Entladungsröhre und besitzen der Kathode gegenüber zwei horizontale, parallele Spalte. Das weitere Ende des innern Cylinders trägt zwei vertikale Spalte, das des äufseren eine mit Kreide bestrichene, mit einer Einteilung versehene Platte. Durch eine Hochspannungsbatterie konnte dem innern Cylinder eine Spannung von $\pm$ 3250 V. erteilt

werden; doch trat zwischen beiden Cylindern keine Entladung ein. Der äufsere Cylinder diente als Anode. Die Kathodenstrahlen gelangten durch die zwei wagrechten Spalte in den innern Cylinder, traten hier durch die senkrechten Spalte aus und trafen auf die Kreideplatte. Nach der Theorie mufs $y_0 \sqrt{V'/I}$ constant sein, d. h. es mufs bei einem bestimmten Werte von V_0 und I, je nachdem der Cylinder + oder — geladen wird, eine Verminderung oder Vermehrung der Ablenkung eintreten. Der Verf. giebt eine Reihe von Zahlen an, die jene Voraussetzung durchaus bestätigen. Die Gröfse ε/m findet Kaufmann bei diesen Versuchen etwas gröfser als früher *(d. Ztschr. XI 88)*, nämlich zu $1{,}86 . 10^7$ C.-G.-S.

Eine eigenartige Einwirkung eines starken Elektromagneten auf eine Entladungsröhre beschreibt Birkeland (*Comptes Rendus CXXVI, 586; 1898*). Ein starker Elektromagnet ist in der Nähe einer Vakuumröhre, in der kräftige Kathodenstrahlen erzeugt werden, so angebracht, dafs die Entfernung zwischen beiden genau reguliert werden kann. In grofser Entfernung ist die Einwirkung des Magneten nur gering; nähert man ihn der Röhre, so wird bei einer bestimmten Entfernung, dem „kritischen Abstande", der Charakter der Entladung plötzlich verändert: die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode sinkt bis unter ein Zehntel ihres ursprünglichen Wertes und statt der Kathodenstrahlen erscheinen Strahlen, die im Gase längs der magnetischen Kraftlinien leuchten, aber keine Phosphorescenz auf dem Glase erregen. Die Messung der Potentialdifferenz mit einem elektrostatischen Voltmeter ergab, dafs jene sich bei Näherung des Elektromagneten zunächst continuierlich änderte, dann, wenn der „kritische Abstand" erreicht war, plötzlich von 18 800 auf 1400 V. sank. Jenseits des kritischen Abstandes nahm das Potential zunächst wieder continuierlich (bis 1100 V.) ab, um bei noch weiterer Annäherung des Elektromagneten wieder zu steigen. Birkeland mafs die kritischen Abstände bei verschiedenen Magnetisierungsströmen. Eine mit Wasserstoff gefüllte Röhre von 0,061 mm Druck und einer Potentialdifferenz von 3900 V. zwischen Anode und Kathode ergab dabei folgende Resultate. Bei Strömen von 11,8 A., 21,7 A., 41 A. waren die entsprechenden kritischen Entfernungen 98,7 mm, 128 mm und 144 mm. Die Gröfse der magnetischen Kraft in diesen Entfernungen war bezw. 99, 101 und 102, also ziemlich dieselbe. Die Änderungen treten mithin plötzlich auf, wenn die magnetische Kraft an der Kathode eine bestimmte Gröfse erreicht. Messungen mit Luft- und Wasserstoffröhren bei verschiedenen Drucken ergaben bei demselben Kathodenpotential Gleichheit der kritischen Abstände für beide Gase und Unabhängigkeit derselben von der Stromstärke in der Röhre. Während der Einwirkung des Magneten auf die Kathode werden Metallteilchen von dieser losgetrennt und fortgeschleudert. Der Verf. erhielt sogar bei einer Aluminiumkathode nach $^1/_2$ stündiger kräftiger Entladung einen undurchsichtigen Metallspiegel auf der Glaswand. Zugleich nahm der Gasdruck in der Röhre ab; das verschwundene Gas fand sich zum Teil an der inneren Oberfläche der Röhre. Eine Einwirkung des Magneten auf die Anode war nicht zu bemerken.

Über die Polarisierbarkeit der Kathodenstrahlen hat L. Graetz neue Versuche angestellt (*Wied. Ann. 65, 453*). Da nach Untersuchungen von Sohnke (*Wied. Ann. 58, 452; 1896*) bei allen fluorescierenden Krystallen die Fluorescenz immer eine polarisierte ist, auch das von Krystallen ausgehende Phosphorescenzlicht diese Eigenschaft besitzt, so war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dafs von solchen Krystallen, wenn Kathodenstrahlen auf sie fallen, polarisierte Röntgenstrahlen ausgehen. Graetz stellte Vakuumröhren her, in die Krystalle von Kalkspat, Turmalin, Andalusit und Dichroit eingeschmolzen waren. Alle Krystalle sandten intensive Röntgenstrahlen aus, so dafs man am Fluorescenzschirm die Handknochen deutlich sehen konnte. Der Versuch mit einer Turmalinzange und einem Nicol zeigte jedoch, dafs keine Spur von Polarisation vorhanden war.

Die Phosphorescenz des Glases nach dem Aufhören des erregenden Stromes in der Kathodenröhre untersuchte A. Sandrucci (*Il nuovo Cimento, S. IV. T. VI. S. 322*). In jeder Entladungsröhre dauert nach Unterbrechung des Stromes die Fluorescenz des Glases noch eine Weile fort. Der Verf. brachte die Röhre in ein starkes Magnetfeld und beobachtete den Fluorescenzfleck, während bald der Entladungsstrom, bald der Magnetstrom geöffnet und

geschlossen wurde. Bei Öffnung beider Ströme blieb der helle Fluorescenzfleck noch eine Zeit lang bestehen, verlor aber rascher sein Licht als die weniger helle Umgebung. Wurde während des Nachleuchtens der Magnetstrom geschlossen, so erfolgte eine Verschiebung des Fluorescenzflecks in derselben Richtung wie beim Vorhandensein des Erregerstroms. Sandrucci schliefst daraus, dafs die Kathode auch nach Aufhören der elektrischen Entladung noch vom Magneten ablenkbare Kathodenstrahlen aussendet. Das Glas wird dabei phosphorescierend, wie Schwefelcalcium unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen.

Den Potentialgradienten an Metallelektroden bei der Entladung durch X-Strahlen bestimmte C. D. Child (*Wied. Ann. 65, 152; 1898*). Werden zwei einander gegenüberstehende Metallplatten auf ein verschiedenes Potential gebracht, so läfst sich ein elektrischer Strom einleiten, indem man die Luft zwischen den Platten durch Röntgenstrahlen leitend macht. Child bestimmte den Potentialgradienten zwischen den Platten mit Hülfe eines Thomsonschen Wassertropfapparats. Das Wasser fliefst durch ein Rohr, das in einer sehr feinen Spitze zwischen den beiden Platten endet; der isolierte Wasserbehälter ist mit dem einen Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden; das andere Quadrantenpaar steht mit der Batterie, die die Platten ladet, in Verbindung. Die Potentialdifferenz der Metallplatten, die meist aus Aluminium bestanden, betrug 120 V., die Entfernung 6 cm. Wenn keine X-Strahlen zwischen den Platten hindurchgingen, war das Potentialgefälle constant und liefs sich durch eine gerade Linie darstellen. Gingen dagegen X-Strahlen hindurch, so erhielt die Kurve eine wellenförmige Gestalt, ähnlich der, die bei Entladung in verdünnten Gasen erhalten wird, indem das Gefälle an der negativen Platte gröfser ist als an der positiven. Die Gestalt der Kurve änderte sich etwas, je nachdem die Platte auf $\pm$ 60 V. oder die eine auf 0, die andere auf $\pm$ 120 V. geladen waren. Child variierte ferner die Entfernung der Platten und die Intensität der Strahlen, letztere durch Einschalten von Stanniolblättern zwischen der Vakuumröhre und den Metallplatten. Mit wachsender Intensität der Strahlen nimmt das Potential zuerst rascher, dann langsamer zu. Bestanden die Platten aus anderen Metallen als Aluminium, so war das Potentialgefälle geringer, aber nur, wenn die Strahlen die Platten berührten. Um den Einflufs verschiedener Metalle zu untersuchen, wurden die Strahlen senkrecht zu den Platten angeordnet, wobei die dem Vakuumrohr zugekehrte Platte immer aus Aluminium oder Stanniol bestand. Das Potential an einer bestimmten Stelle des Plattenzwischenraums war am gröfsten, wenn die entgegengesetzte Platte aus Aluminium bestand, dann folgten der Reihe nach Messing, Neusilber, Stanniol, Eisen, Kupfer, Zink, Stahl, Blei, Platin. Child mafs auch die Entladungsgeschwindigkeit zwischen denselben Metallplatten (indem er den Ausschlag des Elektrometers nach 4 Sekunden dauernder Bestrahlung mit X-Strahlen beobachtete) und fand dieselbe Reihenfolge der Metalle wie vorher. Das Verhältnis der Entladungsgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Metallen ist dabei abhängig vom Potential und der Entfernung zwischen den Platten.

Den Einflufs der X-Strahlen auf die Schlagweite elektrischer Funken untersuchte Guggenheimer (*C. R. CXXVI, 416; 1898*). Er benutzte verschieden geformte Messingelektroden und fand, dafs die durch die X-Strahlen veranlafste Zunahme der Schlagweite am gröfsten ist, wenn der Funken zwischen einer Scheibe und einer Spitze übergeht und die Spitze den negativen Pol bildet. Dagegen war die Wirkung sehr unregelmäfsig, wenn der Funken zwischen zwei Spitzen übersprang. Gingen die Strahlen durch eine mit Flufsspatpulver bedeckte Quarzplatte hindurch, so war ihre Einwirkung auf die Schlagweite der Funken sehr viel gröfser.

Ob die X-Strahlen schon in den Kathodenstrahlen existieren, die sie erzeugen, untersuchte A. Roiti (*Rend. della R. Acc. dei Lincei, Vol. VI S. 123; Phil. Mag. 45, 503*). Der Unterschied beider Strahlenarten besteht darin, dafs die Röntgenstrahlen nicht vom Magneten abgelenkt werden können und dafs sie eine gröfsere durchdringende Kraft haben. Doch ist dieser Unterschied nicht allgemein, da es nach Goldstein auch nichtablenkbare Kathodenstrahlen giebt. Der Verf. beschreibt einige Versuche, die zeigen, dafs, wenn auch ein Teil unablenkbarer Strahlen zur Bildung des Kathodenstrahlenbündels beiträgt, diese

Strahlen doch ungleich schwächer an Intensität sind als die X-Strahlen, die durch jene hervorgerufen werden. Es bleibe daher keine andere Erklärung als die, dafs die Kathodenstrahlen, wenn sie auf ein Hindernis treffen, in Röntgenstrahlen umgewandelt werden.

Eine aktinoelektrische Wirkung der Röntgenstrahlen wurde von Guggenheimer festgestellt (*Archives des sciences phys. et nat, Sér. 4 p. 239; Naturwiss. Rundschau XIII, 357*). In einer Flüssigkeit befanden sich zwei Elektroden derselben Art, von denen die eine Röntgenstrahlen ausgesetzt, die andere gegen diese durch einen Schirm geschützt war. Die Elektroden waren teils Silberplatten, die eine dünne Schicht von Silberchlorür, -bromür oder -jodür bedeckte, teils Kupferplatten; die Flüssigkeit war entweder verdünnte Schwefelsäure oder eine Lösung von Kupfervitriol oder Wasser. Der Abstand der Elektroden blieb stets der gleiche. Die Intensität der Röntgenstrahlen wurde durch verschiedene Entfernung der Vakuumröhre von der Elektrode verändert. Bei der beschriebenen Anordnung entstand in der That ein Strom, der mit der Stärke der Strahlung zunahm. Anfangs ging der Strom von der bestrahlten Elektrode durch den Schliefsungsdraht nach der andern; nach einiger Zeit der Einwirkung der Strahlen nahm er die entgegengesetzte Richtung an. Es scheint also eine chemische Umwandlung der Oberflächen der Elektroden einzutreten; die von ihnen absorbierten Gasschichten werden möglicherweise durch die Strahlen ionisiert, und die Ionen teilen den Elektroden direkt eine elektrische Ladung mit.

Über die Wirkung undurchlässiger Röhren auf die X-Strahlen berichtet E. Villari (*Il nuovo Cimento Sér. IV T. VII S. 270*). Stellt man zwischen eine Crookessche Röhre und ein 110 cm von ihr entferntes Elektroskop eine Bleiröhre von 1 m Länge und 10 cm Durchmesser, so wird die Zeit, in der das Elektroskop durch die Röntgenstrahlen entladen wird, dreimal so grofs, wie ohne die Bleiröhre. Durch das Zwischenschalten einer dickwandigen Glasröhre von 8—9 cm Durchmesser wurde die Dauer der Entladung mehr als vervierfacht. Die Einwirkung der Röhren wächst, wenn man die dem Elektroskop zugekehrte Röhrenöffnung verkleinert; durch eine vor die obige Glasröhre gebrachte Glasblende mit geringer Öffnung liefs sich die Dauer der Entladung auf das 27fache verlängern. Eine Pappröhre von denselben Dimensionen wie die Bleiröhre erhöhte die Dauer der Entladung auch, aber in geringerem Grade als die Bleiröhre. Es geht hieraus hervor, dafs nicht nur die in gerader Linie von der Vakuumröhre zum Elektroskop gehenden Strahlen entladend wirken, sondern auch die nach den Seiten hin ausgesandten, die dann durch die Wände der eingeschalteten Röhre mehr oder weniger stark absorbiert werden. Auch eine ringförmige Bleischeibe, zwischen Crookesröhre und Elektrokop gestellt, erhöhte die Dauer der Entladung, indem sie die seitlich divergierenden Strahlen abhielt. Stellte man zwischen die Röhre und die Kugel des Elektroskops (2 cm Durchmesser) eine Bleischeibe von 4 cm Durchmesser so auf, dafs sie vollständig im Schatten der X-Strahlen sich befand, so war die Dauer der Entladung mit Scheibe nur wenig gröfser als ohne Scheibe. Diese Versuche zeigen, dafs bei der Entladung sowohl die direkten wie die indirekten Strahlen wirksam sind, indem sie die Luft bei ihrem Durchgange leitend machen. — Villari untersuchte noch, ob die Strahlen nach dem Durchgange durch die Röhren verschieden stark auf eine photographische Platte wirken. Das war nicht der Fall; eine Intensitätsänderung oder Reflexion der Strahlen innerhalb der Röhren findet also nicht statt. *Schk.*

Über Berührungselektrizität der Metalle. Von J. Erskine-Murray (*Phil. Mag. 45, 398; 1898*). Schon 1881 hatte Pellat (*Ann. de Chimie et de Physique*) den Einflufs der physikalischen Beschaffenheit metallischer Oberflächen auf ihr Berührungspotential untersucht und gefunden, dafs eine scharf zerkratzte Metallplatte positiv ist gegen eine glatt polierte desselben Materials; auch der Einflufs der Temperatur und der umgebenden Gasschicht auf die Gröfse des Potentials war von Pellat untersucht worden. Diese Versuche wurden vom Verf. in umfassenderer Weise wieder aufgenommen. Die Potentiale bestimmte er mit der von Lord Kelvin beschriebenen Nullmethode. Die zu untersuchende Platte wurde zur Berührung gebracht mit einer Normalplatte aus elektrolytisch niedergeschlagenem Gold, die vorher einige Stunden in Alkohol gewaschen war. Eine Zinkplatte, die mit Glaspapier so abgerieben

war, dafs die Kritzen parallele Linien bildeten, zeigte gegen die Normal-Goldplatte 0,70 V. Potentialdifferenz. Bei geringer Politur waren es 0,94, bei fortgesetzt feinerer Politur 1,00 bis 1,02 V. Abreiben mit Glaspapier stellte die ursprüngliche Potentialdifferenz wieder her. Um eine etwa vorhandene Einwirkung des Schleifmittels auszuschalten, wurden Platten desselben Metalls gegen einander gerieben. Zwei Kupferplatten gaben mit Glaspapier abgerieben 0,01 und 0,04 V., aneinander bis zum Erglänzen gerieben beide 0,07 V. Eine andere Kupferplatte gab mit einer Stahlfeile roh gekratzt — 0,07, mit derselben Feile glatt poliert — 0,02 V. Alle Versuche bestätigten, dafs die glattere Oberfläche positiver ist als die rauhe. Eine dünne Schicht eines Oxyds auf der Metallplatte bewirkte eine nur geringe Änderung des Potentials. Wurde die Oxydschicht bei Kupfer oder Zink durch Erhitzung bedeutend verstärkt, so wuchs das Potential gegen die Goldplatte in negativer Richtung. War die Platte nur längere Zeit der Luft ausgesetzt, so zeigte das Potential keine wesentliche Änderung.

Wurden die bisher untersuchten Platten in Alkohol gewaschen und dann an der Luft getrocknet, so zeigte sich eine sehr bedeutende Änderung des Potentials. So z. B. gab eine Kupferplatte zuerst — 20 V. und nach dem Waschen mit Alkohol und erfolgter Trocknung + 22 V., eine Zinkplatte zuerst + 61, dann + 94 V. Diese Werte blieben für mehrere Stunden constant. Es scheint also noch längere Zeit eine dünne Flüssigkeitsschicht auf der Oberfläche zurückzubleiben. Zwei Schichten derselben Flüssigkeit auf den Oberflächen zweier Platten von verschiedenen Metallen gaben nicht die Potentialdifferenz Null, sondern nahezu dieselbe, wie die trockenen Metalle, auf denen sie sich befanden. Zeitweiliges Eintauchen eines Metalls in ein Gas (Sauerstoff) gab für Kupfer, Zink und Silber ein positiveres, für Zinn ein negativeres Potential als vorher. Die Einwirkung der Temperatur auf das Potential erwies sich als recht bedeutend. Verf. untersucht Metalle unter den oben beschriebenen Bedingungen bei Temperaturen zwischen 15° und 60° und stellt die Veränderung des Potentials mit der Temperatur graphisch in Kurven dar. Bei Aluminium, Zink und Blei wächst das positive Potential gegen die Normalplatte mit der Temperatur, bei Eisen, Silber, Gold nimmt es ab, bezw. wächst es in negativer Richtung. Alle Kurven haben einen solchen Verlauf, dafs, wenn man sie in derselben Richtung verlängert, sie sich nahezu in einem Punkt unter — 200° C. schneiden bei einem Potential von etwa 4 V. positiv gegen eine Gold-Vergleichsplatte von 16° C. Es scheint daher so, als wenn bei sehr niedrigen Temperaturen die Potentialdifferenzen überhaupt aufhören. *Schk.*

Über die Beziehung zwischen Fluorescenz und Aktinoelektrizität. Von G. C. Schmidt (*Wied. Ann. LXIV, 708; 1898*). Die lichtelektrische Empfindlichkeit verschiedener Stoffe bestimmte Verf. hauptsächlich mit der von Elster und Geitel angegebenen Methode. Ein gut isoliertes Eisenblech stand einem mit einer Akkumulatorenbatterie verbundenen eisernen Drahtnetz gegenüber und liefs sich sowohl mit der Erde als mit einem Elektrometer in Verbindung bringen. Das Drahtnetz wurde auf eine bestimmte Spannung geladen, während das Eisenblech mit der Erde verbunden war; hob man die Erdleitung auf, so ging beim Bestrahlen ein Strom vom Drahtnetz auf das Blech über, und das Elektrometer gab einen Ausschlag. Das Ganze befand sich in einem mit Stanniol umwickelten Kasten, der für die Bestrahlung ein Quarzfenster besafs. Die flüssigen Lösungen befanden sich bei der Untersuchung in einem Quarztrog. Die Versuche zeigten, dafs das Fuchsin in Wasser gelöst stark lichtelektrisch empfindlich ist, in Alkohol und Aceton dagegen nicht; die Empfindlichkeit nimmt ungefähr proportional der Quadratwurzel aus der Conzentration ab. Beim Eosin setzten Zusätze von Jodkalium, Jodnatrium, Chlornatrium die lichtelektrische Empfindlichkeit nicht herab, während die Fluorescenz dadurch beinahe vernichtet wurde. Ionisierung, Fluorescenz und lichtelektrische Empfindlichkeit standen in keinem erkennbaren Zusammenhang. Versuche mit einer grofsen Zahl von Stoffen zeigten, dafs alle Körper, soweit sie das ultraviolette Licht absorbieren, bei höheren Potentialen lichtelektrisch empfindlich sind. Eine Ausnahme hiervon machen Uran und Thor und deren Verbindungen, die, obwohl sie das ultraviolette Licht stark absorbieren, dennoch lichtelektrisch unempfindlich sind. Die festen Lösungen licht-

elektrisch unempfindlicher Körper sind ebenfalls lichtelektrisch unempfindlich. Zu den letzteren gehören feste Lösungen der Uransalze; doch zerstreuen diese schon in der Dunkelheit die positive und negative Elektrizität gleich gut. Eine Beziehung zwischen Fluorescenz und Zerstreuung der negativen Elektrizität durch das Licht liefs sich nicht erkennen. Dagegen wurde an den Körpern, die nach der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen beim nachherigen Erwärmen am intensivsten thermoluminescieren, die negative Elektrizität unter dem Einflufs des Lichtes am stärksten zerstreut. *Schk.*

Über die Prinzipien der Mechanik bei Boltzmann und Hertz veröffentlichte Johannes Classen in dem *Jahrbuche der hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten, XV, S. 1—12* eine kleine sehr beachtenswerte Abhandlung. Sie liefert einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis und zur Wertschätzung der Hertzschen Mechanik. Besonders zwei Punkte sind es, über die sie zum Teil neue Aufklärung giebt.

Erstens beleuchtet Classen zwar nicht überhaupt, doch sicher für viele zum erstenmal den wahren Unterschied zwischen Erklärung und Beschreibung, die beide seit Kirchhoff oft für identisch gehalten werden. In einem Wissensgebiet etwas erklären heifst, es mit Hülfe eines oder mehrerer Grundgesetze ableiten, die nicht blofs hinreichend allgemein sind und mit der Erfahrung übereinstimmen, sondern von denen man es vor allem auch rechtfertigen kann, warum wir uns bei ihrer Unmittelbarkeit befriedigt fühlen oder fühlen können. Fehlt der zweite Umstand, so liegt Beschreibung vor. Daher müssen in der Mechanik, damit die Thatsachen erklärt werden, die Grundgesetze, aufser dafs sie erfahrungsmäfsig sind, im Denken, d. h. rein mathematisch einen Vorzug vor allen mit ihnen vergleichbaren haben.

Zweitens zeigt Classen, dafs Hertz im Gegensatze zu Boltzmann eine in dem bezeichneten Sinne erklärende Mechanik geschaffen hat. Man weifs, dafs die allgemeinen Lagrangeschen Bewegungsgleichungen in den verschiedensten Bereichen der Physik und Chemie Anwendung finden, also der Erfahrung genügen. Hertz beweist nun, dafs die Form, die sie annehmen, auch in der reinen Mathematik schon eine besondere Bedeutung habe: denn unter allen mathematisch möglichen Bewegungen eines mechanischen Systems ist die vor allen ausgezeichnet, die in geradester Bahn stattfindet, und eben von ihr besagen die Lagrangeschen Gleichungen, dafs sie in der Natur vorkomme, wie es das Hertzsche Grundgesetz fordert. Boltzmanns Definition hingegen, wonach ein Massenteilchen eine Beschleunigung erhält, die eine Funktion des Abstandes von einem anderen Massenteilchen ist und deren Richtung in der geraden Verbindungslinie beider liegt, führt zwar ebenfalls zum Prinzip des kleinsten Zwanges, ist aber aus der reinen Mathematik nicht abzuleiten und hat darum vor keiner anderen, die dasselbe leistet, einen rationellen Vorzug.

Eine wichtige Ausstellung ist übrigens auch an der Hertzschen Mechanik zu machen, die indes Classen wahrscheinlich nicht anerkennt. Über der mathematischen Befriedigung, die das Grundgesetz gewährt, darf man nicht vergessen, dafs es sich zugleich aus einfachen und weitreichenden Thatsachen mufs abstrahieren lassen, um von vornherein, nicht erst nachträglich durch seine Anwendungen Vertrauen zu erwecken. Für die Begründung der festen Zusammenhänge aber scheint Classen ein Erfahrungsmoment heranzuziehen, was ebenso Hertz thut, was jedoch, wie ich in meinem Aufsatze über die Prinzipien der Erkenntnis in der Physik und Chemie gezeigt habe, unrichtig ist. Auch hat Hertz wohl nicht als letztes Ziel für die Erforschung einer Erscheinungsgruppe das System der Differentialgleichungen des Grundgesetzes betrachtet, obgleich dieses Ziel sich aus seiner Mechanik ergiebt, sobald man von Hypothesen möglichst frei bleiben will. Das sind indes Nebensachen gegenüber der Vortrefflichkeit der Classenschen Abhandlung. *Paul Gerber, Stargard.*

---

3. Geschichte.

Die erste Entwicklung der Elektrisiermaschine unterzieht Ferdinand Rosenberger in den *Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik 8. Heft S. 69—88, 1898* von neuem einer eingehenden Untersuchung, in der er nachweist, dafs die Verdienste von Hausen, Winkler und

Bose weniger in eigenen Neuschöpfungen als in der zweckmäfsigen Einfügung und geschickten Zusammenstellung bereits bekannter Teile zu einer einheitlichen Maschine beruhen. Die erste Elektrisiermaschine baute 1672 Otto von Guericke: eine Schwefelkugel von der Gröfse eines Kindskopfs safs auf einer wagerechten eisernen Achse, die durch den Schlitz eines lotrechten Brettchens geführt war und mit ihrem einen Ende in einem Stirnlager in einem zweiten lotrechten Brettchen ruhte. Das andere Ende der Achse war zu einem Griffe ausgebildet. Die Vorrichtung, die leicht aus ihren Lagern herausgehoben werden konnte, wurde mit der einen Hand gedreht, die andere recht trockene Hand des Experimentators diente als Reibzeug. Francis Hawksbee, der Experimentator der Royal Society, der die Entdeckung Jean Picards, dafs das im Dunkeln geschüttelte Quecksilber in der Toricellischen Leere des Barometers leuchtend wird, durch viele Versuche mit den elektrischen Erscheinungen in Beziehung setzte, baute 1709 die Guerickesche Vorrichtung um: er setzte die wagerechte Achse mittels einer lotrecht angeordneten Schwungmaschine in sehr rasche Umdrehungen und benutzte an Stelle der vollen Schwefelkugel eine hohle Glaskugel, die er, da auch die Achse hohl war, bei seinen lichtelektrischen Versuchen während der Drehung luftleer machen oder mit Luft füllen konnte. Hawksbee führte Guerickes Werk nicht als Quelle an. Rosenberger macht aber schwerwiegende Gründe für eine solche Abhängigkeit geltend, nur ist es schade, dafs er seinen Beweis in einer Anmerkung blofs andeutet, statt ihn unter Anwendung einer gründlichen methodischen Quellenanalyse schlagend auszuführen. Guericke und Hawksbee verstanden noch nicht, die Elektrizität von einem Körper auf einen anderen hinüberzuleiten, dort anzusammeln und von da auf einmal zu entnehmen. Diese Entdeckung machte erst 1729 das Mitglied der Royal Society, Stephen Gray, der sich übrigens keiner Elektrisiermaschine bediente, sondern eine 3 ½ Fufs lange Glasröhre mit Wolle rieb. Da er bei seinen Untersuchungen fand, dafs der menschliche Körper leitungsfähig und elektrisierbar ist, so erregte er die allgemeine Aufmerksamkeit, die sich in ungewöhnlichem Mafse steigerte, als Charles du Fay nachwies, dafs ein an seidenen Schnüren aufgehängter menschlicher oder tierischer Körper die mitgeteilte Elektrizität in beträchtlichem Mafse verstärke und verstärkt wiederzugeben vermöge. Gray erkannte bald (1735), dafs die Metalle ebenso wie die lebenden Körper die Elektrizität zu verstärken vermochten; er fand, dafs eine an seidenen Fäden aufgehängte eiserne Stange von 4 Fufs Länge und ½ Zoll Durchmesser gerade so starke Funken wie ein lebendiger Körper gab. Damit war der „Conduktor", dessen Name von Desagulières (1738) herrührt, erfunden. Bei diesen Versuchen wurde auch das Reibzeug verbessert. Man fand es zweckmäfsig, die langen Glasröhren statt mit der trockenen Hand mit Wollen- oder Lederlappen zu reiben, die man mit verschiedenen Pulvern, wie Kreide, Tripel u. s. w. bestreut hatte. Der Leipziger Professor Christian August Hausen griff 1742 auf Hawksbees Maschine mit der Glaskugel zurück, liefs jedoch die Vorrichtung zum Entleeren der Luft weg, benutzte hingegen einen Knaben, der an seidenen Schnüren hing oder auf einem mit Pech ausgegossenen Fasse stand, als Conduktor. Die Priorität (!) machte ihm 1744 der Wittenberger Professor Matthias Bose in deutschen und lateinischen „mit poetischer Feder entworfenen" Schriften und Lehrgedichten streitig. Auch Bose benutzte zuerst noch vielfach Menschen als Conduktoren; er stellte sie bei seinen Zündversuchen auf Nichtleiter und liefs von ihren Fingern oder von einem Schwerte oder einer Eisenröhre, die sie in der Hand hielten, die Funken überspringen. Dann aber liefs er den Menschen weg und hing lange eiserne Röhren an seidenen Schnüren auf. Die Röhrenenden liefs er anfangs unmittelbar auf der sich drehenden Kugel schleifen; später verband er zweckmäfsiger die Röhren durch Leinenfäden, die aus ihnen heraushingen, leitend mit der Kugel. Bose setzte die ganze Welt in Staunen durch die sogenannte „Beatification des Menschen", d. h. er erzeugte ein Glimmleuchten an dem ganzen Körper eines Menschen, den er im Dunkeln auf einen Nichtleiter stellte und stark elektrisierte. Da Bose es trefflich verstand, die Aufmerksamkeit nicht nur des grofsen Publikums, sondern auch der höchsten Herrschaften zu erregen, so entstand eine Zeit elektrischer Schwärmerei, deren Nachwirkung an der Rolle, die die Elektrisiermaschine an manchen Schulen spielt, heute noch zu erkennen ist. Johann Heinrich

Winkler, Professor der alten Sprachen, später auch der Physik zu Leipzig, wollte zur Ladung der von ihm zusammengestellten elektrischen Batterieen Elektrisiermaschinen mit zwei, vier und acht Kugeln bauen, zu deren Betrieb seine beiden Hände nicht ausreichten. Da machte ihn der Leipziger Drechslermeister Giessing darauf aufmerksam, dafs man bei den Hawksbeeschen Kugeln ganz wie bei den Grayschen Glasröhren statt der Hände Wollen- oder Lederstoffe als Reibzeug anwenden könne. Winkler folgte dem Winke und baute eine Maschine, bei der zur Reibung der sich drehenden Kugeln statt der Hände kleine mit Leder überzogene und mit Kreide eingeriebene Zeugkissen gebraucht wurden, die man mittels Zapfen und Schraube oder mittels Feder stärker oder schwächer gegen die Glaskugeln drücken konnte. Da die Reibzeuge zwar bequem waren, aber nicht so kräftig wie die Hand wirkten, so führten sie sich nur langsam ein; erst als man die Notwendigkeit einer elektrischen Ableitung des Reibzeugs erkannt hatte, wurden die Elektrisiermaschinen allgemein damit ausgestattet. Winkler knüpft nicht nur in der Verwendung des Reibzeugs an Gray an, er baute vielmehr 1744 eine Elektrisiermaschine, bei der er eine mit dem oberen Ende an einer Feder befestigte Glasröhre in dem sie umschliefsenden Reibzeuge mit Hilfe eines Trittbretts auf- und niederzog. Bei einer zweiten Maschine aus demselben Jahre benutzte er ein Bierglas als Drehkörper, den er, um die Reibbewegung der Hand nachzuahmen, mittels einer durch Trittbrett betriebenen Drillschnur rasch vor- und rückwärts drehte und so an dem Reibzeug rieb. Winklers Maschine von 1745 hatte jedoch nach dem Vorbilde von Hausen und Bose sich drehende Glaskugeln und als sehr wichtige Neuerung Conduktoren von Röhrenform, die fest mit der Maschine verbunden waren. Der Hallenser Professor der Medicin Johann Gottlob Krüger empfahl möglichst lange Conduktoren, doch erkannte man bald, wie aus den Briefen Franklins über Elektrizität aus dem Jahre 1749 zu erkennen ist, dafs nicht die Länge, sondern die Oberfläche der Conduktoren deren Wirkung bedinge. Wohl die vollkommenste Elektrisiermaschine der damaligen Zeit beschrieb 1745 der Benediktinermönch und Professor der Physik zu Erfurt Andreas Gordon. Sie ähnelt Winklers Maschine aus demselben Jahre, nur wurde die Drillschnur nicht durch ein Trittbrett, sondern durch ein grofses Rad mit Kurbel angetrieben und dadurch ein Glascylinder rasch vor- und rückwärts gedreht. Das Reibkissen war mit Rofshaaren ausgestopft, mit Kalbsleder überzogen und mit Tripel eingerieben. Der Conduktor lag auf einem kleinen mit der Maschine nicht verbundenen und in der Höhe verstellbaren Tischchen. Der sehr beachtenswerten Abhandlung sind acht recht lehrreiche Nachbildungen der alten Originalzeichnungen beigegeben, doch ist Fig. 6, das Bild von Winklers Elektrisiermaschine von 1745, weder aus der Zeichnung noch aus dem erläuternden Text ganz verständlich. *H. H.-M.*

---

4. Unterricht und Methode.

Physikalische Schülerhandarbeiten und Übungen. Ein Vortrag, den Dr. Lakowitz in Danzig im vorigen Jahr über diesen Gegenstand gehalten hat (vgl. d. Ztschr. *X 269*), ist in den *Unterrichtsblättern für Math. u. Naturw.* 1898 No. 1 veröffentlicht. Der Verfasser legt dar, wie leicht man die Schüler zu derartigen Arbeiten anregen kann, wenn man beim Unterricht darauf hinweist, mit welchen einfachen Mitteln dieser oder jener Apparat sich anfertigen lasse und zugleich über die geeignetsten Materialien, Preise und Bezugsquellen einige Andeutungen macht: „Hinterdrein kommen dann die Fragen seitens der Schüler, und hellste Freude kann man von den Gesichtern ablesen, wenn der eine oder der andere berichtet, dafs der Apparat jetzt endlich gut gehe“. Eine kleine Auslese von so entstandenen Apparaten hatte der Verfasser ausgestellt: aus dem Pensum der OIII die feste und bewegliche Rolle, Flaschenzug, Segnersches Wasserrad, Dampfmaschine (Kessel aus grofser dickwandiger Conservenbüchse gebildet); aus UII galvanische Elemente, Tauchbatterie, Akkumulator, elektrische Hausklingel, Elektromotoren, Schaltbrett für Zuleitung des Stroms an Klingel, Glühlampe oder Weckglocke einer Uhr, photographischer Apparat u. a. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dafs die Schüler durch elementaren Handfertigkeitsunter-

richt für diese Thätigkeit vorgebildet waren. Mit Recht betont der Verfasser, dafs der Nutzen solcher Arbeiten über den engen Rahmen des Fachinteresses hinausgeht. Nicht nur verständnisvolle Betrachtung der Gegenstände, Unterscheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen, Schärfung des Urteils und des Abstraktionsvermögens werden erzielt; der Schüler lernt auch eine selbst gestellte Aufgabe mit Ausdauer zu Ende führen, es wächst die Wertschätzung der Arbeit, die Achtung vor dem Handwerk. Auch bieten diese Übungen ein neues willkommenes Mittel zur Bekämpfung des Müfsigganges und seiner Folgen, und damit zur Hebung der moralischen Kraft des heranwachsenden Schülers. Keineswegs sollen die Schüler durch die Anregung zu solchen Arbeiten auf ein bestimmtes Fachstudium hingedrängt werden; aber eben weil der Wert dieser Arbeiten ein höherer und allgemeinerer ist, solle auch das Gymnasium in dieser Richtung anregend wirken. *P.*

---

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrische Glühlampen von Nernst und Auer. Prof. W. Nernst zu Göttingen verfertigt die Glühfäden aus Leitern zweiter Klasse (Kalk, Magnesia u. s. w.), die die Eigenschaft haben, durch Erwärmung gut leitend zu werden, ohne zu schmelzen, während sie bei niedrigem Wärmezustand Nichtleiter sind. Diese Körper sollen durch den Funkenstrom eines Induktoriums vorgewärmt, gleichsam „angezündet" und dann durch einen Wechselstrom von mäfsiger Spannung in Weifsglut erhalten werden. Der Wirkungsgrad dieser neuen Glühkörper ist viel gröfser als der der bisher angewandten Glühlampen, die 3 bis 4 W für 1 HK erfordern. So liefert z. B. ein kleiner in freier Luft glühender Hohlcylinder (7 mm lang, 1,5 mm dick und 0,4 mm lichte Weite) aus gebrannter Magnesia bei 0,23 A Wechselstrom von 118 V Spannung 31 HK, also für 1 W rund 1 HK. Das Licht ist sehr schön. Die Nernstsche Erfindung soll von der A. E. G. zu Berlin erworben worden sein.

C. Auer von Welsbach verwendet bei der von ihm erfundenen Glühlampe bisher unbenutzte Eigenschaften des Osmiums, des schwersten und schwerstschmelzbaren aller bekannten Körper. Die Patentansprüche der österreichischen Patentbeschreibung lauten:

I. Leuchtfaden für elektrische Lampen, bestehend a) aus Osmium oder b) aus Osmium mit einem Gehalte von anderen Platinmetallen wie Platin, Iridium, Rhodium, Ruthenium oder c) aus einem Kerne von Osmium mit einem Überzuge aus Thoroxyd oder d) aus einem Kerne, welcher aus einer Legierung von Osmium und den unter I b angeführten Platinmetallen oder deren Legierungen gebildet wird, mit einem Überzuge aus Thoroxyd.

II. Ein Verfahren zur Herstellung der in I a und b bezeichneten Leuchtfäden, gekennzeichnet dadurch:

a) dafs Osmium bezw. Osmiumverbindungen durch Reduktion einer flüchtigen Osmiumverbindung, wie Tetroxyd, in reduzierenden Gasen auf einem dünnen Metalldrahte (Seele) metallisch niedergeschlagen werden, und dafs diese Seele nachher durch Ausglühen verflüchtigt wird; oder

b) dafs auf dem dünnen Metalldrahte (Seele) Osmium bezw. Osmiumverbindungen oftmals in dünnen Schichten, eventuell unter Zusatz eines Bindemittels [z. B. Zucker] aufgetragen werden, worauf dann der Metalldraht (Seele) durch Ausglühen verflüchtet wird; oder

c) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, auf einem Metalldraht (Seele) durch elektrolytische Ausscheidung niedergeschlagen werden, und dafs diese Seele nachher durch Ausglühen verflüchtet wird; oder

d) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, breiartig oftmals in dünnen Schichten, eventuell unter Zusatz eines Bindemittels [z. B. Zucker] auf einem vegetabilischen oder animalischen Faden aufgetragen werden, worauf dieser durch Ausglühen in Osmium verwandelt wird; oder

e) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, in Emulsion mit Collodium geformt, denitriert und ausgeglüht werden.

III. Ein Verfahren zur Herstellung der in I a, b, c und d bezeichneten Leuchtfäden für elektrische Lampen, gekennzeichnet dadurch, dafs auf die bezeichneten Fäden dünne Schichten von Thoroxyd successive und oftmals aufgetragen werden, und dafs nach jedesmaligem Auftragen ausgeglüht wird, und dafs diese Procedur so oft wiederholt wird, bis sich auf dem Faden eine dichte Thoroxydhülle gebildet hat.

Als Metallseelen benutzt Auer dünne Platindrähte. Der Fadenträger besteht aus zwei mit einem Stückchen Kaliglas verbundenen Platindrahtstücken, die an den zur Aufnahme des Leuchtfadens dienenden Enden röhrenförmig gestaltet sind. In diese Röhrchen werden die Enden des Fadens eingeschoben und mit einem Brei aus Osmium und Osmiumverbindungen nebst einem geeigneten Bindemittel eingekittet. Die Birne, die den Faden umschliefst, wird luftleer gemacht oder mit reduzierenden Gasgemischen oder mit einem indifferenten Gas gefüllt. Zur Herstellung der Auerschen elektrischen Glühlampe ist eine Aktiengesellschaft, Österreichische Gasglühlicht- und Elektrizitäts-Gesellschaft, mit einem Kapital von 3½ Millionen Gulden gegründet worden. (*Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. XLI 239, 1898; Zeitschr. f. Beleuchtungswesen IV 127, 1898; E.T.Z. XIX 272, 1898; Zeitschr. f. angew. Chemie 1898, 512.*) *H. H.-M.*

Ambroin. Über diesen neuen Isolator hielt Herr Dr. Böhlendorff in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 24. Mai d. J. einen Vortrag, in dem er die Erzeugnisse der Ambroinwerke, G. m. b. H., vorlegte (*E.T.Z., XIX 429*). Das Ambroin wird aus recent-fossilen Copalen und aus Silikaten hergestellt. Bisher war es wegen der schwierigen Lösung üblich, für harzhaltige Isolatoren nicht recent-fossile sondern recente Copale zu verwenden, die jedoch minderwertig, da alle recenten Harze noch oxydationsfähig und mithin nicht witterungsbeständig sind. Die gelösten recent-fossilen Copale werden mit Silikaten, vorzugsweise Asbest und Glimmer, versetzt. Das Ganze bleibt so lange stehen, bis die Silikate mit den Copallösungen durchtränkt sind. Die so entstandene teigartige Masse wird in Mischmaschinen verarbeitet und dann im Vakuum getrocknet. Die hartgetrocknete Masse wird in Kollergängen zerrieben und dann in erwärmten stählernen Formen mittels hydraulischer Pressen unter Aufwendung eines Druckes von 100000 bis 350000 kg in Stücke geprefst. Es werden vier Hauptsorten des Ambroins hergestellt: die gewöhnliche Sorte für elektrotechnische Zwecke *AF*, die hitzbeständige Marke F_1, die säurebeständige Sorte *BAS* und die alkalifeste Marke *ABS*. Das säurefeste Ambroin ist nicht hitzbeständig und das hitzbeständige nicht säurefest. Das Ambroin hat eine Dichte von 1,4 bis 1,8; die höhere Dichte (1,7 bis 1,8) kommt der schwer brennbaren Sorte zu. Es läfst sich ohne Schwindmafs pressen (das ist ein wesentlicher Vorzug vor dem Hartgummi), drehen, bohren, schneiden und polieren. Es ist aufserordentlich widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse und nimmt im Freien keine Feuchtigkeit auf. Über die Isolationsfähigkeit des Ambroins unterrichten die folgenden Angaben: Schalen von 3 mm Wandstärke zwischen fest angeprefsten Elektroden von 28 qcm Fläche zeigen bei 200 V. einen Widerstand von mehr als 200000 Megohm. Dieselben Schalen wurden nunmehr mit Schwefelsäure von 26° Bé. gefüllt, zugedeckt und in Thermostaten 10 Tage lang einer Temperatur von 49° C. ausgesetzt. Der Widerstand betrug nach oberflächlichem Abtrocknen mit Fliefspapier am folgenden Tag etwa 150000 und 2 Tage darauf etwa 200000 Megohm. Die angestellten Durchschlagungsversuche ergaben folgendes: Eine lufttrockene Platte (Sorte *AF*) von 0,34 mm Stärke wurde bei 5000 V. nicht durchgeschlagen. Mit siedendem Wasser behandelte Platten (*AF*) wurden bei einer Stärke von 0,33 mm mit 3500 V. und bei 0,84 mm Stärke mit 5000 V. noch nicht durchgeschlagen. Eine 5 mm starke Platte (*AF*) wurde nach mehrtägigem Liegen in einem Zimmer von 95% Luftfeuchtigkeit bei 36000 V. nicht durchgeschlagen. Das Ambroin übertrifft an Druck- und Zugfestigkeit alle Gummifabrikate und alle Präparate aus recenten Harzen. *H. H.-M.*

Aluminiumelektroden. Von G. J. Hough. Die grofse Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen gewisse chemische Agentien läfst die Verwendung desselben zu elektrolytischen Prozessen zweckmäfsig erscheinen. Nach G. J. Hough wird Aluminium als Kathode von kalten Oxalat- und Cyanidlösungen, sowie von heifser und kalter Salpetersäure nicht angegriffen und wäre daher als Kathode an Stelle von Platin für elektrolytische Analysen, namentlich Kupferanalysen, zu benutzen. Die entstehenden Metallniederschläge werden mit Salpetersäure gelöst. (*Journ. Amer. 20, 302; Zeitschr. f. angew. Ch. 1898, 19, 435.*)

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Über die Theorie des Kreisels. Von F. Klein und A. Sommerfeld. Leipzig, B. G. Teubner. Heft I, 1897; Heft II, 1898. 512 S. M. 15,60*).

Der Göttinger Versammlung des Vereins für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht im Jahre 1895 widmete Felix Klein eine Festschrift, ausgearbeitet von Tägert, in der er einige Fragen der Geometrie, z. B. die Transcendenz von π, entsprechend den wissenschaftlichen Fortschritten der letzten Decennien, in der allmählich erreichbar gewordenen Einfachheit populär behandelt, d. h. durch ausführliche Entwickelung aller Zwischenglieder leicht verständlich für diejenigen, die ihre Studien vor geraumer Zeit absolviert hatten. Eine ähnliche Entstehung hat das vorliegende umfangreiche Werk über ein Kapitel der angewandten Mathematik. Mannigfaltige geometrische (kinematische) Theorieen über die Drehung eines Körpers um einen festen Punkt werden, nicht nebeneinander um ihrer selbst willen, sondern unter beständiger Beziehung auf das Hauptproblem aus einander möglichst anschaulich entwickelt, so die Methoden von Poinsot, von Euler, von Hamilton mit Benutzung der Quaternionen, endlich von Riemann, für den eine beliebige Drehung einer Kugel in eine gebrochene lineare Substitution einer complexen Variabeln übergeht, indem er die Kugelfläche durch stereographische Projektion auf die complexe Ebene überträgt. Die Coefficienten, α, β, γ, δ, sind nach Klein die einfachsten Bausteine für die analytische Behandlung, aus denen sich andere Elemente, wie die Eulerschen Winkel, oder die aus dem anfänglichen Zustand in einen beliebigen anderen überführende Ersatz-Drehung leicht ableiten lassen. Glücklicherweise benutzt er aber diese analytisch vorzüglichen, jedoch weniger anschaulichen Coordinaten nicht von vornherein zum selbständigen Aufbau der Theorie, sondern zeigt erst zuletzt, dafs auch dieses in sehr einfacher Weise möglich ist. Es werden sodann, im kinetischen Teile, die allgemeinen Sätze und Prinzipien der Mechanik abgeleitet, die dem Problem dienstbar gemacht werden können, sie werden nicht nur durch Formeln ausgedrückt, sondern auch geometrisch anschaulich durch Vektoren gedeutet. Grofser Wert wird auf den Impuls-Vektor gelegt, das ist für einen Massenpunkt der Anstofs, der ihn plötzlich aus dem Zustande der Ruhe in seine augenblickliche Bewegung versetzen könnte, entsprechend für einen drehbaren Körper das Achsenmoment desjenigen Paares von Momentankräften, welches die augenblickliche Bewegung plötzlich hervorbrächte. Die Poinsotschen Sätze über den Impuls-Vektor, dafs er z. B. bei der kräftefreien Bewegung im Raume constant bleibt, werden nach Hayward einfach abgeleitet, sie gestatten einen leichten Übergang zu den Eulerschen Formeln. Die Lagrangeschen Gleichungen, für alle Körper von 3 Freiheitsgraden identisch, werden durch Einführung des Impulses in eine sehr übersichtliche Gestalt gebracht. Sind nämlich φ, ψ, ϑ die Coordinaten und T die lebendige Kraft als Funktion von φ', ψ', ϑ', so ist z. B. $[\Phi], = \partial T/\partial\varphi'$, eine Coordinate des Impulses, und eine der Gleichungen lautet $d[\Phi]/dt - \partial T/\partial\varphi = \Phi$, wobei die Kraft-Componente Φ der Coefficient von $d\varphi$ in dem Differential die Arbeit bedeutet.

Die Zurückführung auf Quadraturen knüpft, wenn keine äufseren Kräfte da sind, an die Eulerschen, andernfalls — für den symmetrischen Kreisel — an die Lagrangeschen Gleichungen an. Entgegen dem modernen Zuge in der Mathematik, das Heil in allgemeinen Buchstaben-Formeln zu sehen, bezeichnet Klein, in Anknüpfung an ältere Mathematiker wie Gaufs, die numerische Berechnung und die graphische Darstellung als wesentliches Ziel der Lösung, wenigstens bei Aufgaben aus der angewandten Mathematik. Dementsprechend wird Schellbachs Buch über Theta-Funktionen hier mehrfach citiert. Die jetzt bevorzugte Weierstrafssche Form der elliptischen Integrale und die σ-Funktionen schienen für die numerische Rechnung keinen Fortschritt gegen die ältere Theorie zu bedeuten, daher wurden Jacobis Integralformen und die Theta-Funktionon benutzt. Zunächst werden mittels der Legendreschen Tafeln der elliptischen Integrale — die sich auch in Bertrands Calcul différentiel finden — die höchsten und tiefsten Stellen der Kurve bestimmt, welche der Schnittpunkt der Kreiselachse mit der Einheitskugel beschreibt. Die dazu ausgewählten typischen Fälle ergaben sich aus einer sehr eingehenden und übersichtlichen geometrischen Diskussion des Radikanden der Integrale.

Zu noch genauerer Kenntnis der Kurven gelangt man durch die numerische Bestimmung mehrerer Punkte jedes Kurvenzweiges. Zu diesem Zweck wird, indem man die Zeit als unabhängige Variable wählt, der Übergang zu den elliptischen Funktionen gemacht, die Riemannsche Fläche und die conforme Abbildung werden an dem vorliegenden Problem entwickelt, und daraus wird die Darstellbarkeit aller Elemente durch die Theta-Funktion gefolgert, wobei allerdings eine gewisse Bekanntschaft mit der Funktionentheorie dem Leser nützlich sein wird. Die in den Theta-Ausdrücken vorkommenden transcendenden Constanten werden als elliptische Integrale erster Gattung

*) Ein drittes Heft wird noch erscheinen.

den Legendreschen Tafeln entnommen, die weitere Berechnung macht dann bei der stets erreichbaren starken Convergenz der Theta-Reihen geringe Schwierigkeiten. Dafs man so aber eine „elementare" analytische Behandlung der Kreiselbewegung gewonnen habe, ist doch wohl eine für heutige Verhältnisse noch zu weitgehende Ausdehnung jenes Epithetons.

Durch Vergleich mit den für den Poinsotschen Fall des kräftelosen allgemeinen Kreisels entwickelten Theta-Formeln ergiebt sich der Jacobische Satz, dafs die Bewegung des schweren „Kugelkreisels" (d. h. des Kreisels mit 3 gleichen Haupt-Trägheitsmomenten) gleich ist der relativen Bewegung zweier kräftelos um denselben Punkt rotierender Körper, deren Herpoloiden-Kegel übereinstimmt.

Die einfachste Bewegung des schweren symmetrischen Kreisels ist die „reguläre Präcession", bei der die Achse einen Kreiskegel um die Vertikale beschreibt, die wichtigste ist die „pseudoreguläre Präcession", die zu stande kommt, wenn ein schnell rotierender Kreisel ohne seitlichen Anstofs der Achse losgelassen wird. Bei ihr ist der in die Augen fallenden Präcession eine winzige kaum erkennbare Nutation übergelagert. Durch Näherungsformeln und auch direkt mittels der Impulssätze wird gezeigt, dafs die Kreiselachse alsdann auf der Einheitskugel mikroskopische Cykloiden beschreibt, die einen Parallelkreis umkränzen. In der Fig. 28 (S. 209) ist hiernach die Höhe der Bogen viel zu grofs im Verhältnis zur Spannweite gezeichnet.

Die Auflösung des Paradoxons der Kreiselbewegung beruht nach Klein (S. 306) darauf, dafs die Beobachtung ungenau ist; die reine Präcession, die man zu sehen glaube, sei wohl für die Beschreibung der Bahn-Kurve ausschlaggebend, für die mechanische Erklärung sei aber gerade die geringfügige und leicht übersehene Nutation von Wichtigkeit. Als blofse Präcession betrachtet sei die Bewegung in der That unverständlich. Die analytische Behandlung bei Poisson und Kirchhoff schäle das mechanisch Wesentliche nicht gehörig aus den Formeln heraus, so dafs der Leser dort Gefahr laufe, gerade das Wichtige zu übersehen oder mangelhaft aufzufassen.

Für die pseudoreguläre Präcession des fast aufrechten Kreisels kommt der Verfasser (S. 341) zu umständlichen Näherungs-Ausdrücken, die sich nicht einfach deuten lassen. Dies liegt aber nur an der ungeeigneten Wahl der Coordinaten. Die Bahn wird eine Epicykloide, resp. Hypocykloide, wie ich in dieser Zeitschrift *IV 83* angegeben habe. Der dort nur angedeutete Satz, dafs ein Punkt eine Epicykloide beschreibt, wenn eine der Entfernung proportionale Centralkraft und zugleich eine der Geschwindigkeit proportionale und auf ihr senkrechte Kraft auf ihn wirken, ist seitdem geometrisch ausführlich behandelt in dieser Zeitschrift *X 26*. Die auf S. 332 des vorliegenden Buches gezeichneten Bahnen der Achse des angestofsenen, ursprünglich aufrechten, Kreisels können in der That als Hypocykloiden aufgefafst werden.

Hervorzuheben ist der Exkurs über die Stabilität der Bewegungen, der sich an das Benehmen des sogenannten schlafenden, durch einen Stofs aufgeweckten Kreisels anschliefst. Die hierfür besonders von Routh ausgebildete Methode der kleinen Schwingungen sei zwar unentbehrlich, da keine andere vorhanden sei, doch sei sie nicht streng, ihre Resultate bedürften immer einer genaueren Prüfung.

Eine gewisse Art wichtiger Betrachtungen tritt sehr zurück, nämlich diejenigen, wo eine aus dem Geschwindigkeitszustand eines Körpers abgeleitete Kraft selbst wieder modifizierend auf diesen Zustand einwirkt. Dahin gehören Poinsots Betrachtungen, wie die aus der Rotation eines um einen festen Punkt drehbaren Körpers entstehenden Centrifugalkräfte die Bewegung allmählich abändern (S. 145), dahin gehört ferner die Coriolissche Kraft (S. 180), die hier nur für einen speziellen Fall abgeleitet wird, nämlich für den, wo ein Punkt zwangsweise auf einem Meridian des rotierenden Erdballs bewegt wird, während doch ihr wesentlicher Wert erst erkannt wird, wenn sie einen auf eigner Spur einhertretenden freien Massenpunkt begleitet. Dahin gehört auch die von mir erkannte induzierte Kraft (d. Zeitschr. *II 103*, *1888* und *IV 75*, *1890*), welche die Bewegung des Kreisels als die Bewegung eines Punktes auf einer Kugelfläche auffassen lehrt. Dieses Ziel erreicht zwar auf anderem Wege auch Klein, aber die Kugelfläche ist bei ihm eine dreidimensionale im Raum von vier Dimensionen, und die wirkende Kraft ist nicht eine natürliche Verallgemeinerung der auf das sphärische Pendel wirkenden Schwerkraft. Ich will das Wesen der induzierten Kraft, ihrer Wichtigkeit wegen, hier kurz im Anschlufs an die Darstellungsweise des vorliegenden Buches auseinandersetzen.

Wir vergleichen zwei erzwungene Bewegungen des Kreisels miteinander, bei beiden beschreibe der Punkt P der Kreiselachse auf der Einheitskugel dieselbe Kurve nach demselben Gesetze. Das erste Mal rotiere der Kreisel nicht, das zweite Mal rotiere er mit der Geschwindigkeit Θ um seine Figurenachse. Auf diese beziehe sich das Trägheitsmoment Γ, auf die sekundären Hauptachsen, die zu ihr senkrecht stehen, beziehe sich A. In der ersten Bewegung repräsentiert jede Geschwindigkeit (ϑ) des Punktes P eine Rotation des Körpers um eine sekundäre Hauptachse, der zugehörige Impulsvektor ist $A\vartheta$. Dieser bleibt unverändert, wenn man den Kreisel ersetzt durch einen einzigen Massenpunkt A

auf seiner Figurenachse im Abstand 1 vom festen Punkt, denn dieser vereinfachte Kreisel hat für eine sekundäre Hauptachse auch das Trägheitsmoment A. Es sind daher die Impuls-Vektoren für den als Überbleibsel eines Kreisels betrachteten Massenpunkt A dieselben wie für den wirklichen Kreisel, folglich stimmen auch die Kräfte-Paare zur Unterhaltung der vorgeschriebenen Bewegung überein. Man kann aber die eine Kraft des Paares im Punkte P tangential zur Kugelfläche, die andere im festen Punkte angreifen lassen. Demnach wird die Bewegung (*I*) durch gerade dieselben Kräfte unterhalten, welche nötig sind, einen Massenpunkt A auf der Einheitskugel durch die vorgeschriebene Kurve zu führen.

Um die Bewegung (*II*) zu erzwingen, hat man beständig kleine Impulse zu erteilen, welche durch die unendlich kleinen geometrischen Änderungen des Impuls-Vektors dargestellt werden. Dieser besteht jetzt aus zwei Componenten, $A\vartheta$ um eine sekundäre, $\Gamma\Theta$ um die primäre Hauptachse. Die Änderungen jener verlangen, wie eben festgestellt, gerade dieselben Kräfte, welche vermögen, einen Massenpunkt A auf der Kugelfläche durch die Bahn des Punktes P zu führen. Die Änderung von $\Gamma\Theta$ in der Zeit dt ist geometrisch $\Gamma\Theta\vartheta dt$, die Richtung des Vektors ist parallel dem Kurvenelement ϑdt, also senkrecht zur Figurenachse. Es kommt daher für seine Wirkung das Trägheitsmoment A in Betracht, er sucht also die Kreiselachse senkrecht zur augenblicklichen Geschwindigkeit abzulenken, und zwar wieder eben so stark, als ob der Kreisel sich auf den Massenpunkt A reduzierte. Die unendlich kleinen Anstöfse setzen sich zu der in der Richtung der Kurven-Normale tangential zur Kugel wirkenden Kraft $\Gamma\Theta\vartheta$ zusammen.

Sind G, K, I drei zur Kugel tangentiale Kräfte, nämlich G eine Kraft, welche dasselbe Drehmoment hat wie das im Schwerpunkt wirkende Gewicht des Kreisels, ferner K die Kraft, welche die Bewegung des Punktes P von der Masse A auf seiner Bahn unterhält, endlich I die zuletzt abgeleitete zur Kurve normale Kraft, so mufs G die geometrische Summe von K und I sein, also K die geometrische Summe von G und $(-I)$, d. h. $(-I)$ ist die induzierte Normal-Kraft, die zu der äufsern Kraft G hinzugefügt, den selbständigen Massenpunkt von der Masse A ebenso sich bewegen läfst, wie der Punkt P der Achse des rotierenden Kreisels sich bewegt.

Für den Fall der regulären Präzession ist ϑ constant, die Bahn von P ein Parallelkreis, dessen Poldistanz $= \varphi$ oder Radius $= \sin\varphi$ sei. Der Impulsvektor $A\vartheta$ beschreibt die Polarfigur zu jenem, d. h. einen Parallelkreis von der Poldistanz $(\pi/2 + \varphi)$, vom Radius $\cos\varphi$. Die Geschwindigkeit des Impulsvektors ist daher $\vartheta \cot\varphi$, die Geschwindigkeit seines Endpunkts $= A\vartheta^2 \cot\varphi$, dies ist zugleich die Kraft, welche soeben mit K bezeichnet wurde. Für G setzen wir $P\sin\varphi$. Dann ist

$$P\sin\varphi = \Gamma\Theta\vartheta - A\vartheta^2\cot\varphi.$$

Vergl. d. Zeitschr. *IV 76*.

Wenn man nach Klein (S. 48) die Präcessionsgeschwindigkeit ν einführt und die modifizierte Rotationsgeschwindigkeit μ, indem man den Rotationswinkel von der durch die Achse gelegten Vertikal-Ebene aus mifst, so wird

$$\Theta = \mu + \nu\cos\varphi, \qquad \vartheta = \nu\sin\varphi$$
$$P = \Gamma(\mu + \nu\cos\varphi)\,\nu - A\nu^2\cos\varphi,$$

was mit Kleins Formel (S. 177) übereinstimmt.

Klein sucht etwas unserer induzierten Kraft Ähnliches zu erreichen, indem er die Änderung des Impulsvektors in 2 Componenten zerlegt, parallel und senkrecht zur augenblicklichen Rotationsachse. Doch gesteht er selbst zu, dafs sich so nur für den „Kugelkreisel“ etwas Brauchbares ergiebt. Er legt deshalb für die Erklärung der pseudoregulären Präcession und für andere populäre Betrachtungen den Kugelkreisel zu Grunde, was er damit rechtfertigt, dafs nach Darboux sich jeder symmetrische Kreisel immer durch einen Kugelkreisel ersetzen lasse, ohne dafs die Bewegung der Achse sich ändert. Dies ist aus dem Obigen offenbar. Selbst beim Kugelkreisel aber ist es naturgemäfs, den Impulsvektor im Raume nach der beweglichen Figurenachse und senkrecht dazu zu zerlegen, nicht parallel und senkrecht zu der augenblicklich festen Rotationsachse. Denn zu der Figurenachse gehört eine constante Rotationsgeschwindigkeit und constanter Impuls, zu der augenblicklichen Rotationsachse variable, sodafs hier neben dem Deviations- ein Accelerations-Widerstand sich ergiebt.

Meine frühere Ableitung der induzierten Kraft beim symmetrischen Kreisel (d. Ztschr. *IV 75*) nahm als Elementarbewegung eine gleichmäfsige Rotation der Achse in einer Ebene an. Um hieraus eine beliebige Bewegung der Kreiselachse abzuleiten, denkt man sich die Bahn des Punktes P auf der Kugel durch viele unendlich kleine Bogen gröfster Kreise ersetzt. Längs jedes Bogens erfordert dann die Umsetzung der Kreiselachse die Kraft $\Gamma\Theta\vartheta \perp \vartheta$, die dem Punkte P dieselben Geschwindigkeitszunahmen erteilen würde wie einem selbständigen Punkt von der Masse A. In den Endpunkten wird an der Rotation um die Figurenachse nichts geändert, wohl aber wird ϑ in ϑ_1 übergeführt, d. h. die

Rotation um eine ruhende sekundäre Achse plötzlich in die um eine andere derartige Achse verwandelt. Das Trägheitsmoment bleibt A. Der hierzu nötige Zusatz-Impuls vermag auch die Geschwindigkeit ϑ des Massenpunktes A plötzlich passend umzuändern.

Das Wesen der von Poggendorff gegebenen Erklärung wird meines Erachtens mit Unrecht darin gefunden, dafs er den Kreisel nicht als einheitliches System betrachte, sondern auf einzelne Massenpunkte zurückgehe. Das Herausgreifen der vier Massenpunkte ist eine unwesentliche Vereinfachung, sie macht lange Rechnungen, die den Kern der Sache verschleiern könnten, und die man im Notfall doch von der mathematischen Technik erwarten kann, überflüssig; physikalisch ist ein Kreuz mit vier Massenpunkten ein vollwertiger Kreisel und seine Bewegung so viel oder so wenig paradox wie die eines körperlichen Kreisels. Um die Betrachtungen über den letzteren ebenso durchsichtig darzustellen, wie die über einzelne Massenpunkte, hat man den Begriff des Trägheitsmoments und ähnliche eingeführt. Wenn die Integrale das Heil brächten, so verstände man nicht, wie so viele — nicht populäre, sondern wissenschaftliche — Werke über theoretische Mechanik oder Physik dem Leser hier ein sacrificium intellectus zumuten und seinen Glauben an die felsenfesten Grundlagen der Mechanik für diesen Zweck suspendieren können. Daher ist auch für das Befremdliche und Überraschende der Kreiselbewegung durchaus nicht, wie S. 300 geschehen, der Umstand verantwortlich zu machen, dafs man von der Punkt-Mechanik her immer an die abwärts gerichtete Wirkung der Schwerkraft auf den freien Massenpunkt denke.

An einer von Wanka und mir mittels der Punktmechanik umständlich behandelten Aufgabe (diese Ztschr. *IX 30*) wird gezeigt (S. 311 und S. 315), dafs die Anwendung des Impulsbegriffs das Resultat mit einer Einfachheit ergebe, die nichts zu wünschen übrig lasse. Das ist richtig, das Resultat aber selber falsch. Es enthält genau denselben Fehler, den ich (diese Ztschr. *IX 127*) berichtigt habe. Die induzierte Kraft, $\Gamma\Theta\vartheta$, entsteht nämlich, wenn die Kreiselachse mit fortdauernder gleichmäfsiger Winkelgeschwindigkeit ϑ in einer Ebene sich dreht; springt dagegen die Rotation des Kreisels um eine Lage der ruhenden Achse plötzlich über in eine Rotation um eine neue benachbarte Lage der ruhenden Achse, wie die hier präzisierte Fragestellung verlangt, so entsteht eine Kraft $A\Theta\vartheta$. Die Begründung hierfür ist in den voranstehenden Entwicklungen enthalten.

Dafs endlich in Poggendorffs Erklärung der Begriff der Coriolisschen Kraft beim einzelnen Massenpunkt „ersichtlich umschrieben" sei (S. 315) und dafs ich diese dann formell eingeführt habe, ist nicht etwa eine durch meine Arbeit gestützte oder von mir geteilte Ansicht. Bei den Versuchen, zu erkennen, was in Poggendorffs Darlegung verständlich sei, leuchtete mir aus derselben der Begriff meiner „induzierten Kraft" hervor, deren Wert ich teils für einfache Kreisel aus der Punktmechanik, teils für körperliche Kreisel zur Abkürzung mittels der Coriolisschen Kraft ableitete. Jene Kraft hat kein Analytiker aus den Gleichungen erkannt, ich selbst auch nicht, wohl aber habe ich, nachdem ich durch Anschauung des Experimentes auf ihre sichere Spur gekommen war, aus den mechanischen Gleichungen sie verifiziert (d. Ztschr. *IV 79*). Sie ist daher nicht etwa ein populärer Behelf, sondern ein mathematisch sicherer, notwendiger und unentbehrlicher Begriff.

Ich freue mich, durch das vorliegende Buch die Anregung erhalten zu haben, diese Kraft von einem etwas anderen Gesichtspunkte aus noch einmal in einer kurzen Form zu entwickeln. Schliefslich bemerke ich noch, dafs der Bearbeiter durch eine gewisse behagliche Breite der Darstellung erfolgreich bemüht gewesen ist, das Studium des Werkes zu erleichtern. *M. Koppe, Berlin.*

Grundzüge der Geschichte der Naturwissenschaften. Von Otto Jaeger, Rektor in Cannstadt. Stuttgart, Paul Neff, 1897, VIII und 120 S. M. 1,50, geb. 1,80.

Die hier gebotene Zusammenstellung sollte ursprünglich einen Abschnitt in einem gröfseren Geschichtswerke, das in demselben Verlage erschienen ist, bilden; aus Zweckmäfsigkeitsgründen ist sie als besondere Schrift erschienen und namentlich zum Gebrauch in den Oberklassen höherer Lehranstalten bestimmt. Es sind aufser Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie auch Zoologie, Botanik, Mineralogie und Medizin berücksichtigt. Der Stoff ist überdies nach Jahrhunderten (XVI. bis XIX.) gegliedert, denen ein Altertum und Mittelalter umfassender Abschnitt vorausgeht. Die Darstellung ist in fortlaufendem Text gegeben und beschränkt sich auf die hauptsächlichsten Daten. Zu einem Verständnis des Seins aus dem Werden vermag das Schriftchen schwerlich genügende Anleitung zu geben, ebensowenig zum Verständnis „des inneren Zusammenhangs einzelner Entwicklungsglieder". Dazu würde doch ein näheres Eingehen auf das Sachliche erforderlich sein, als dies bei dem geringen Umfange des Schriftchens möglich ist. Es bietet im wesentlichen eine Aneinanderreihung von Namen und Entdeckungen. Im einzelnen sei bemerkt, dafs Keplers induktive Leistung nicht in einer Verallgemeinerung der Bewegungen des Planeten Mars bestand (S. 19), dafs Galilei das Trägheitsgesetz nicht in allgemeiner Form aufgestellt hat (S. 35), dafs Pascal nicht die Verwendbarkeit des Barometers zur Be-

stimmung von Höhendifferenzen lehrte (S. 36); es ist ferner keineswegs ausgemacht, dafs Mariotte das nach ihm benannte Gesetz unabhängig von Boyle aufgefunden hat. Die Schrift mag für eine erste Orientierung genügen; für die Gewinnung wirklicher historischer Einsichten innerhalb der Grenzen des Schulunterrichts dürften Bücher wie das von Dannemann (d. Ztschr. *X 262*) vorzuziehen sein. *P.*

Über sichtbares und unsichtbares Licht. Eine Reihe von Vorlesungen, gehalten an der Royal Institution von Grofs-Britannien von Silvanus P. Thompson, Professor der Physik und Direktor am City and Guilds Technical College zu London. Deutsche Ausgabe von Prof. Dr. Otto Lummer, Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg. Mit ca. 150 in den Text gedruckten Abbildungen und 10 Tafeln. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1898. IX u. 229 S. 9 M.

In den letzten Jahren sind auf dem Grenzgebiet der Optik und Elektrizität so grofse Fortschritte gemacht worden, dafs eine gemeinverständliche Darstellung dieser neuen Errungenschaften erforderlich war. Dieses Bedürfnis hat Thompson durch die Veröffentlichung seiner glänzenden Vorlesungen, die über Licht und Schatten, sichtbares Spektrum und Auge, Polarisation des Lichtes, unsichtbares (ultraviolettes und ultrarotes) Spektrum und Röntgenstrahlen handeln, meisterhaft befriedigt. Von dem optischen Gebiet sind die Spektralanalyse, der Bau und die Lehre von den optischen Instrumenten, der gröfsere Teil der Farbenlehre weggelassen; auf die Interferenz- und Beugungserscheinungen ist nur kurz hingedeutet. Die Anhänge enthalten ein neues Lehrverfahren der geometrischen Optik, die anomale Brechung und Dispersion, die elastische Lichtlehre, eine Tafel der Wellenlängen und der zugehörigen Schwingungszahlen, die elektromagnetische Lichtlehre und Mitteilungen über neue Arten unsichtbaren Lichtes. Man könnte das behandelte Gebiet kurz die Lehre von der Strahlung nennen. Thompson verwirft jedoch diese Bezeichnung, da das Wort „Strahlung“ nicht in zweierlei Bedeutung gebraucht werden dürfe; wenn es für den „Akt der Strahlung“ benutzt werde, dann solle für das Ausgestrahlte, nämlich die Wellen, ein anderer Ausdruck, „Licht“, gebraucht werden. Er verteidigt diese Bezeichnungsweise, indem er darauf hinweist, dafs die unsichtbaren Lichtwellen sich physikalisch wie die wirklichen vom Auge wahrgenommenen Lichtwellen verhalten. Lummer bemerkt dazu, dafs alle durch „Strahlung“, d. h. durch Ätherwellen, wirksamen Kräfte dem Lichte doch nur in der Art, wie sie von dem wirkenden Körper, der Strahlungsquelle, zu dem bestrahlten Körper übertragen werden, nicht aber in ihrer Wirkung ähnlich seien. Gemeinsam sei allen diesen „Wellen“, dafs sie eine gewisse Energie mit sich führen, die sie vom Sitze der Kraft, der Strahlungsquelle, auf den bestrahlten Körper übertragen. Von der Beschaffenheit des strahlenden und des bestrahlten Körpers hänge aber die als „Wirkung“ sich äufsernde vermittelte Energie ab. Wolle man also alle Wellen unter einem Namen zusammenfassen, so müsse man von dem bestrahlten Körper absehen und nur das allen Wellen gemeinsame Merkmal hervorheben. „Ätherwellen“ oder „Energiewellen“ scheint Lummer daher ein richtigerer Ausdruck zu sein als „Lichtwellen“. Ich mache darauf aufmerksam, dafs Helmholtz bereits in seinem am 28. Juni 1852 zu Königsberg gehaltenen Habilitations-Vortrage „Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen“, *Wiss. Abh. II 603*, die Bezeichnung „unsichtbares Licht“ in demselben Sinne wie Thompson gebraucht hat. — Nach der Sitte der Weihnachts-Vorlesungen an der Royal Institution hat Thompson die in gemeinverständlicher Form vorgetragenen wissenschaftlichen Thatsachen und Lehren, die die neuesten Fortschritte berücksichtigen, soweit als nur möglich durch zahlreiche prächtige, neue und für den Unterricht höchst wertvolle Versuche, Apparate und Modelle anschaulich gemacht. Es ist überflüssig, hier auf Einzelheiten einzugehen, da jeder Lehrer, der bestrebt ist, seine Schulversuche zu vervollkommnen, das vorliegende Buch auf das gründlichste durcharbeiten wird. — Auch in den Lehrverfahren enthält das Buch mehrere sehr beachtenswerte Neuerungen. Thompson ist der Ansicht, dafs das altehrwürdige Lehrverfahren der geometrischen Optik, bei dem die wellenartige Natur des Lichtes standhaft nicht beachtet wird, grundfalsch sei, er hat daher in dem ersten Anhang eine neue Behandlungsweise ausführlich entwickelt und zur Herleitung der Formeln für Linsen und Spiegel benutzt. Er berührt sich hier mit der Darstellung Lummers, der im zweiten Bande der neuesten Auflage von *Müller-Pouillet* den Zusammenhang zwischen Bildentstehung im Sinne der geometrischen Optik (Strahlenlehre) und der Wellenlehre des Lichtes ausführlich behandelt hat, und ebenfalls der Meinung ist, dafs die Wellenlehre des Lichtes bei der Ableitung der Abbildungsgesetze mehr Berücksichtigung als bisher verdient. — Die grundlegenden Versuche, die die Ansicht von der elektromagnetischen Natur aller Ätherwellen stützen, hat Thompson ohne grofse Umständlichkeit der Gedanken und Worte auseinandergesetzt und so von neuem den Beweis geliefert, dafs Versuche ein wesentliches Hülfsmittel bei der Einführung in die Lehren der Naturwissenschaften sind. — Viele der in dem Buche entwickelten Vorstellungen, z. B. die von der

Polarisation des Lichtes, werden meist für sehr schwer gehalten. Doch beruht die Schwierigkeit nicht in dem Stoffe selbst, sondern in der Art der Darstellung. Durch langjährige Erfahrung hat Thompson gefunden, dafs selbst Leute von geringem Verstand, ja sogar Kinder, die hauptsächlichsten Erscheinungen der Polarisation verstehen, vorausgesetzt, dafs der Stoff in einer neuen, von pedantischen Ausdrücken befreiten Weise vorgetragen und durch geeignete Modelle erläutert wird. — Lummer gab den Darlegungen Thompsons in der deutschen Ausgabe einen klaren und leicht verständlichen Ausdruck, wobei er sich mehr an den Sinn, als an die Worte des Textes hielt, pafste sie durch Weglassung einiger nur für Engländer wertvollen Stellen und durch Hinzufügung von Anmerkungen dem Standpunkt deutscher Leser, deutscher Forschung und seinem eigenen Standpunkt an und schuf so ein durchaus frisch geschriebenes Buch, dem man den fremdsprachlichen Ursprung nur an einigen ohne Not beibehaltenen Fremdwörtern anmerkt. In der Abbildung 124 des englischen Werkes, die Lodges Anordnung der Hertzschen Versuche darstellt, ist der Wellenerzeuger mit „Sender" bezeichnet, in dem entsprechenden Bild (112) der deutschen Ausgabe ist dafür „Oscillator" gesetzt. Das englische Buch ist überaus prächtig ausgestattet, ebenso das deutsche, bei dem alle englischen Bildstöcke benutzt wurden, die keine Bezeichnungen in Worten enthielten. Wo solche vorhanden waren, wurden neue Abbildungen hergestellt, die leider erheblich schlechter als ihre englischen Vorlagen sind. *H. H.-M.*

Lehrbuch der Physik. Von J. Violle, Professor an der École Normale zu Paris. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich, W. Jaeger, St. Lindeck. Zweiter Teil: Akustik und Optik. Zweiter Band. Geometrische Optik. Mit 270 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, J. Springer, 1897. VIII u. 675 S. M. 8, geb. M. 9,20.

Die früheren Bände dieses trefflichen Werkes sind in dieser Zeitschrift *V, 219; VI, 265* und *VIII, 265* besprochen worden. Alle dort hervorgehobenen Vorzüge, grofse Klarheit und Vornehmheit der Darstellung, glückliche Zusammenfassung von Theorie und Erfahrung, besonnene, geschmackvolle und doch kräftige Handhabung der mathematischen Hülfsmittel und eingehende Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung zeichnen auch diesen Band aus, der in fünf Kapiteln die geradlinige Fortpflanzung, die Spiegelung, die Brechung und die Zerstreuung des Lichtes und die Lehre von den optischen Instrumenten vom Standpunkt der Strahlenlehre aus eingehend behandelt. Die Herausgeber haben ihre treffliche Übersetzung durch zahlreiche und wertvolle Anmerkungen völlig den Bedürfnissen deutscher Leser angepafst. Bei der Besprechung der Projektionsapparate wäre jedoch ein Hinweis auf die optischen Bänke von Schmidt & Haensch, Zeiss und Fuefs wünschenswert gewesen. Der noch ausstehende Band über physikalische Optik bietet noch Gelegenheit, nachträglich auf diese tüchtigen Leistungen gebührend aufmerksam zu machen. Der vorliegende Band umfafst die Teile der Optik, die hauptsächlich auf den Schulen behandelt werden, und ist ein vorzügliches Hülfsmittel zur gründlichen Vorbereitung auf den Unterricht. *H. H.-M.*

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1897-98. Enthaltend die hervorragendsten Fortschritte auf den Gebieten: Physik, Chemie und chemische Technologie; angewandte Mechanik; Meteorologie und physikalische Geographie; Astronomie und mathematische Geographie; Zoologie und Botanik; Forst- und Landwirtschaft; Mineralogie und Geologie; Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte; Gesundheitspflege, Medizin und Physiologie; Länder- und Völkerkunde; Handel, Industrie und Verkehr. XIII. Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Max Wildermann. Mit 39 in den Text gedruckten Abbildungen und zwei Karten. Freiburg i. B., Herdersche Verlagshandlung, 1898. XII u. 532 S. 6 M.; geb. 7 M.

Schon früher ist der Charakter dieser Jahrbücher dargelegt; auch der vorliegende Jahrgang erfüllt den Zweck, eine übersichtliche leicht verständliche Darstellung der wichtigsten neuen Errungenschaften auf den Gebieten der Naturwissenschaften und ihrer Anwendungen zu geben, in trefflicher Weise. Die vollständigen Jahresberichte für die einzelnen Wissenschaften werden dadurch nicht entbehrlich, ihre Notwendigkeit tritt gerade bei diesen kurzen Auszügen erst recht hervor. Für Schulen ist das Jahrbuch sehr empfehlenswert. Der Herausgeber hat die Physik 1—72, Mechanik 349 ff. und Handel, Gewerbe und Industrie 392 ff. bearbeitet. Die übrigen Bearbeiter sind die Herren Hovestadt: Chemie, H. Baumhauer: Mineralogie und Geologie, H. Reeker: Zoologie, O. E. R. Zimmermann: Botanik, P. Schuster: Landwirtschaft, J. Franz: Astronomie, W. Robert: Meteorologie, F. X. Gigglsberger: Gesundheitspflege, Medizin, Physiologie, J. Scheuffgen: Anthropologie, Ethnologie und Naturgeschichte, P. Behr: Verkehr, Länder- und Völkerkunde. Über die Auswahl der Stoffe wird man in einzelnen Fällen anderer Meinung sein; ein Namen- und Sachregister erleichtert den Überblick.

Schwalbe.

Jahrbuch der Chemie. Bericht über die wichtigsten Fortschritte der reinen und angewandten Chemie, herausgegeben von Richard Meyer. VI. Jahrgang, 1896. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn 1897. VII. Jahrgang. 1897. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1898.

In unmittelbarem schnellen Anschlufs an die zerstreuten Publikationen des Jahres folgen die Jahrbücher, welche einen trefflichen und klaren Überblick über die hauptsächlichsten Fortschritte der Chemie mit ihren verschiedenen Zweigen gestatten und auch die Technik in genügender Weise berücksichtigten. Die Abschnitte sind (1897): I. Physikalische Chemie von F. W. Küster 1—64; II. Anorganische Chemie von K. Seubert 65—112; III. Organische Chemie von C. A. Bischoff 113—201; IV. Physiologische Chemie von Fr. Röhmann 202—227; V. Pharmaceutische Chemie von H. Beckurts 228—234; VI. Chemie der Nahrungs- und Genufsmittel von H. Beckurts 235—243; VII. Agrikulturchemie von M. Märcker und N. Naumann 244—256; VIII. Metallurgie von E. T. Dürre 251—290; IX. Brenn- und Explosivstoffe, anorganisch-chemische Technik von C. Häufsermann 291—325; X. Technologie der Kohlehydrate und Gährungsgewerbe von M. Märcker, W. Naumann und L. Bühring 326—365 (früher nur die beiden ersten); XI. Technologie der Fette und Erdöle von J. Lewkowitsch 366—390; XII. Theer- und Farbenchemie von R. Meyer 391—464; XIII. Chemische Technologie der Spinnfasern von P. Friedländer 465—480; XIV. Photographie von J. M. Eder und E. Valenta 481—494. — Den Schlufs bildet ein Sach- und Autorenregister.

Im vorletzten Bande 1896 sind Einteilung und Bearbeiter dieselben gewesen, so dass eine vollständige Continuität gewahrt ist.

Schon früher ist bemerkt worden, dafs neben den grofsen umfangreichen Jahresberichten (Fittica) die für die wissenschaftlichen Forscher unentbehrlich sind, gerade diese Jahrbücher für Schulen an denen Chemie in verhältnismäfsig geringem Umfange getrieben werden kann, notwendig erscheinen; der Unterricht wird nur gedeihen, wenn der Lehrer sich mit den Fortschritten der Wissenschaft und Technik vertraut erhält. Dieses ermöglichen die Jahrbücher und so sollten diese Berichte in keiner Lehrerbibliothek einer Realanstalt fehlen. *Schw.*

Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen bearbeitet von Dr. H. Landolt (unter Mitwirkung von O. Schönrock, P. Lindner u. a.). Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn. 1—655. 1898. 18 M.

Solche speziellen wissenschaftlichen Monographieen haben den hohen Wert, dafs sie für eine bestimmte Zeit den gesamten Schatz des Wissens in übersichtlicher Darstellung angeben, die zugleich durch hinzugefügte Litteraturvermerke das Zurückgehen auf die Originalarbeit gestattet.

Die schon früher in erster Auflage erschienene Monographie entspricht diesen Forderungen in vollem Mafse, wofür auch das Erscheinen in neuer Auflage spricht, die die Untersuchungen auf dem bezeichneten Gebiete bis in die neueste Zeit enthält. Der Stoff ist inzwischen so umfangreich geworden, dafs Herr Landolt, dem wir so viele Untersuchungen auf dem Gebiete verdanken, die Bearbeitung z. T. bewährten Hülfskräften übergeben mufste. Der Umfang des Buches gestattete nicht über die Darstellung der einzelnen Stoffe Mitteilungen zu machen, ebenso wenig konnten alle Zahlenresultate berücksichtigt werden. Den Zweck des Werkes, als Lehr- und Handbuch ein möglichst vollständiges Bild der Kenntnisse über optisches Drehungsvermögen zu geben, erfüllt die neue Auflage in vollem Mafse. Die Fülle des berücksichtigten Stoffes und die Zweckmäfsigkeit der Anordnung geht schon aus dem Inhalt hervor, ebenso wie aus dem Register der aktiven Substanzen (ca. 1500). Ein Sachregister erleichtert überdies die Orientierung. Die Hauptabschnitte des Inhalts (XI—XXII) mögen hier erwähnt werden. — Erster Teil: I. Einleitung. Bezeichnungen und Rechnungsformeln; II. Klassifikation der aktiven Substanzen; III. Natur des Drehungsvermögens; IV. Beziehungen zwischen Drehungsvermögen und chemischer Constitution der Kohlenstoffverbindungen; V. Optische Modifikationen (Antipoden, Racemkörper, aktive Isomere etc.). — Zweiter Teil: Physikalische Gesetze der Cirkularpolarisation. — Dritter Teil: Zahlenwert des Drehungsvermögens. Spezifische Drehung. I. Constante spezifische Drehung gelöster Substanzen; II. Veränderliche spezifische Drehung gelöster Substanzen (Abhängigkeit von der Conzentration und Natur des Lösungsmittels — Temperatur, Dissociation —, spezifische Drehung komplizierter Systeme: Weinsäure, Zucker etc. Multirotation, Drehung und Constitution). — Vierter Teil: Apparate und Methoden zur Bestimmung der spezifischen Drehung (Schönrock). — Fünfter Teil: Praktische Anwendungen des optischen Drehungsvermögens (F. Schütt). — Sechster Teil: Rotationsconstanten aktiver Substanzen (Berndt, Landolt, Posner, Rimbach.) *Schw.*

Die Praxis der Molekelgewichtsbestimmung. Von H. Biltz. Berlin. Fischers medizinische Buchhandlung. 1898. 43 Abbild. VIII u. 170 S. 3,60 M.

Der Zweck des vorliegenden Buches ist, dem praktischen Chemiker in komplizierten Fällen der Molekulargewichtsbestimmung, wo die kurzen, in den gewöhnlichen Leitfäden und Lehrbüchern sich findenden Anweisungen nicht ausreichen, eine vollständige Auskunft und Anleitung zu geben und auf die schon vorhandenen Arbeiten hinzuweisen. Zu diesem Zweck sind die Litteraturangaben sehr eingehend und zahlreich. Besondere Sorgfalt ist auf die Diskussion der Versuchsergebnisse gelegt. An der Hand von praktischen Beispielen und Zahlenbelegen, meist in sehr anschaulicher graphischer Darstellung, werden die Vorzüge und Nachteile der verschiedenen Methoden dargelegt. Aufserdem giebt der Verf. eine Fülle von kleinen Handgriffen, die er in seiner langjährigen Praxis erprobt hat. Jedem Kapitel ist eine kurze theoretische Einleitung, welche ganz elementar gehalten ist, vorausgeschickt. — Verf. bespricht zuerst die Ableitung des Molekulargewichts aus der Dampfdichte; er behandelt die Victor Meyersche Methode, namentlich das Arbeiten bei hohen Temperaturen, besonders ausführlich, in zweiter Linie die Dumassche Methode. Der zweite Abschnitt des Buches ist den osmotischen Methoden gewidmet, hauptsächlich der Gefrier- und der Siedemethode. Die dritte hierher gehörende Methode (die Ableitung des Molekulargewichts aus der Löslichkeitserniedrigung) hat für die Bestimmung von Molekulargewichten nur theoretisches Interesse. Die hübsche Landsbergersche Modifikation der Siedemethode (Erhitzen der Lösung mit dem Dampf des Lösungsmittels, nicht mit der freien Flamme) konnte leider noch nicht berücksichtigt werden, sie fehlt also in dem sonst so vollständigen und ausführlichen Abschnitt. Zum Schlufs bespricht der Verf. — allerdings mit aller Reserve — die theoretisch nicht zu begründende Ableitung des Molekulargewichts einer festen oder flüssigen Substanz aus ihrem spezifischen Gewicht (Methode von Isidor Traube).

W. Roth.

Tafel der geologischen Wand im Humboldthain zu Berlin in den Farben der Gesteine. Ein Anschauungsmittel zur Einführung in die Lehre von dem Bau und den Schätzen der Erdrinde in unserem Vaterlande. Von Oberlehrer Dr. E. Zache. Berlin 1898. Verlag von P. Stankiewicz' Buchdruckerei. Länge der Tafel 2 m. Preis 10 M.

Die vorliegende Tafel ist eine wohlgelungene Nachbildung der aus den wichtigsten Gesteinen Deutschlands aufgebauten geologischen Wand im Humboldthain zu Berlin. Sie kann ohne Zweifel wesentlich dazu beitragen, das Interesse an dem so lehrreichen Unterrichtsgegenstand zu erhöhen und ist als ein wertvolles Anschauungsmittel für diesen Unterricht selbst zu bezeichnen. Sie sei daher allen Schulen, die eine gröfsere Zeit auf die Geologie verwenden können, angelegentlich empfohlen. Nur wenige Wünsche seien hier ausgedrückt. Von den Stafsfurter Abraumsalzen hätte noch die wichtige Kieseritregion dargestellt werden können, gegebenenfalls, in der Wand selbst, durch ein Ersatzstück wie beim Carnallit. In der Steinkohlenformation hätten wir, statt der zwei von relativ ziemlich mächtigen Thonschieferablagerungen begleiteten Steinkohlenlager, gern eine Anordnung verwirklicht gesehen, welche eine gröfsere Anzahl von Lagern geringerer Mächtigkeit aufweist — was sich wohl unschwer ausführen liefse —, um so das Charakteristische dieser Formation, den oft hundertfältigen Wechsel der Übereinanderschichtung wenigstens anzudeuten. Diese geringfügigen Ausstellungen sollen den Wert des Ganzen nicht beeinträchtigen. Angesichts dieses Hülfsmittels ist aufs neue zu bedauern, dafs einem so fruchtbringenden Unterrichtszweig im Lehrplan der höheren Schulen nur so wenig Raum gegönnt ist, — so dafs beispielsweise auf dem Gymnasium, seitdem durch die neuen Lehrpläne die Mineralogie als Unterrichtsfach abgeschafft und die Chemie so wesentlich beschränkt worden ist, eine Einführung in die wichtigsten geologischen Grundbegriffe zur Unmöglichkeit wird.

O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Die Diakaustik des Kreises. Von Wilhelm Guthjahr. Mit zwei Tafeln. (Sophien-Gymnasium zu Berlin, Ostern 1898.) Pr.-No. 64. 28 S.

Während die mathematische Bestimmung der kaustischen Flächen sphärischer Spiegel ziemlich einfach ist, wird die für die praktische Optik besonders wichtige Bestimmung der Brennfläche für ein Strahlensystem, das aus einem homocentrischen Bündel durch Brechung an einem System centrierter sphärischer Flächen entsteht, um so schwieriger. Da die Gleichung dieser Flächen ganz allgemein nicht aufgestellt werden konnte, hat die Forschung einen andern Weg eingeschlagen: Man hat sie durch Annäherung zu bestimmen gesucht und ist jetzt so weit gekommen, dafs man die Flächen für beliebige optische Systeme, selbst für die neueren photographischen, die bei ziemlich grofser Öffnung grofsen Bildwinkel verlangen, auch für nicht axiale Lage der leuchtenden Punkte mit für die

Praxis hinreichender Genauigkeit berechnen und zur Lösung praktischer Aufgaben benutzen kann. Selbst Modelle solcher Flächen sind in der Sammlung mathematischer Modelle von Brill erschienen. Der Verfasser des vorliegenden Programmes berücksichtigt in ihm diese neuere Forschungsrichtung nicht. Er will nur ein ganz spezielles Problem, die Bestimmung der diakaustischen Kurve eines Kreises, ganz allgemein analytisch lösen. In der That ist es ihm gelungen, in ziemlich einfacher und eleganter Weise die Formeln für die Coordinaten der Kurvenpunkte, für die Tangenten und die Krümmung aufzustellen. Auf Grund derselben diskutiert er die Gestalt der Kurven ausführlich und fügt zur Erläuterung auf zwei Tafeln Zeichnungen der Kurven für die verschiedenen Lagen des leuchtenden Punktes bei. Wenn eine solche Lösung auch physikalisch nicht von großer Bedeutung ist — der Verfasser erwähnt selbst gar keine physikalischen Anwendungen der erhaltenen Resultate, — so ist sie doch mathematisch ganz interessant und kann als schönes Beispiel für die Diskussion von Kurvengleichungen mit Hülfe der Differentialrechnung verwertet werden. Eine ziemliche Zahl von Druckfehlern in den Formeln stört einigermaßen; die schönen Zeichnungen der Kurven aber verdienen besondere Anerkennung. *Götting.*

Reichs-Gesetz über elektrische Maßeinheiten vom 1. Juni 1898[1]).

Dies Gesetz ist zwar zunächst nur für den gewerblichen Verkehr bestimmt, es wird aber selbstverständlich ähnlich wie die Maß- und Gewichtsordnung von nun an für den Gebrauch der elektrischen Maßeinheiten in den Schulen des Deutschen Reiches maßgebend sein. Im nachfolgenden werden die Satzungen, die für diese Anstalten in Betracht kommen, und die Begründung zu § 5 mitgeteilt.

§ 1. Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Ampere und das Volt.

§ 2. Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren Länge bei durchweg gleichem, einem Quadratmillimeter gleich zu achtendem Querschnitt 106,3 Centimeter und deren Masse 14,4521 Gramm beträgt.

§ 3. Das Ampere ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, welcher bei dem Durchgange durch eine wässerige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001118 Gramm Silber niederschlägt.

§ 4. Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft. Es wird dargestellt durch die elektromotorische Kraft, welche in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen elektrischen Strom von einem Ampere erzeugt.

§ 5. Der Bundesrat ist ermächtigt,

a) die Bedingungen festzusetzen, unter denen bei Darstellung des Ampere (§ 3) die Abscheidung des Silbers stattzufinden hat,

b) Bezeichnungen für die Einheiten der Elektrizitätsmenge, der elektrischen Arbeit und Leistung, der elektrischen Kapazität und der elektrischen Induktion festzusetzen,

c) Bezeichnungen für die Vielfachen und Teile der elektrischen Einheiten (§§ 1, 5b) vorzuschreiben,

d) zu bestimmen, in welcher Weise die Stärke, die elektromotorische Kraft, die Arbeit und Leistung der Wechselströme zu berechnen ist.

§ 7. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat Quecksilbernormale des Ohm herzustellen und für deren Controle und sichere Aufbewahrung an verschiedenen Orten zu sorgen. Der Widerstandswert von Normalen aus festen Metallen, welche zu den Beglaubigungsarbeiten dienen, ist durch alljährlich zu wiederholende Vergleichungen mit den Quecksilbernormalen sicherzustellen.

§ 8. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat für die Ausgabe amtlich beglaubigter Widerstände und galvanischer Normalelemente zur Ermittelung der Stromstärken und Spannungen Sorge zu tragen.

§ 9. Die amtliche Prüfung und Beglaubigung elektrischer Meßgeräte erfolgt durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Der Reichskanzler kann die Befugnis hierzu auch anderen Stellen übertragen. Alle zur Ausführung der amtlichen Prüfung benutzten Normale und Normalgeräte müssen durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beglaubigt sein.

---

[1]) *Reichs-Gesetzblatt No. 26, S. 905, 1898. No. 181 der Drucksachen des Reichstages, Session 1897/98.* Vergl. dazu *Zeitschr. f. Instrumentenkunde XVIII 213 u. XIII, Beilage zum Februarheft* und *diese Zeitschr. VII 209.*

Begründung.

Zu § 5. Im § 5 ist dem Bundesrate die Ermächtigung zum Erlasse gewisser ergänzenden Bestimmungen beigelegt, deren Festlegung im Gesetz nicht angezeigt erscheint, um nicht den Weg der Gesetzgebung beschreiten zu müssen, falls, dem Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung entsprechend, für ihre Verbesserung Sorge getragen werden mufs.

Zunächst bezweckt die Bestimmung unter a), für den Erlafs von Vorschriften über den Gebrauch des Silbervoltameters die gesetzliche Grundlage zu schaffen.

Es ist ausgeschlossen, dafs die gebräuchlichen abkürzenden Bezeichnungen wie „Coulomb“, „Watt“, „Farad“ und „Quadrant“ oder „Henry“ für die Einheiten der Elektrizitätsmenge, elektrischen Arbeitsleistung, elektrischen Kapazität und elektrischen Induktion eine gesetzliche Definition erfordern, soweit gleichgerichtete Ströme in Frage kommen, da in diesem Falle Zweifel über die genannten Bezeichnungen nicht möglich sind, sobald die Grundeinheiten Ohm, Ampere und Volt feststehen. Für den Verkehr mit Wechselströmen freilich wird voraussichtlich eine Definition der Arbeitsleistung notwendig werden. Die Einheit dieser Leistung, das „Watt“, in das Gesetz aufzunehmen, würde also an und für sich wünschenswert sein. Dies setzt aber voraus, dafs auch eine gesetzliche Definition der Einheit erfolgt. Eine solche ist aber aus den weiter unten angegebenen Gründen zur Zeit noch nicht möglich. Daher ist auch der Name für die Einheit bis zu der Verordnung aufzuschieben, durch welche der Bundesrat die Definition derselben auf Grund der Bestimmung unter d) aufstellen wird. Als ein fernerer Grund gegen die Aufnahme anderer gesetzlicher Bezeichnungen als Ohm, Ampere und Volt kommt der Umstand hinzu, dafs die englische und die französische Gesetzgebung, mit welcher der vorgelegte Entwurf sich in möglichster Übereinstimmung hält, gleichfalls weitere Einheiten nicht benannt hat.

Die Vorschrift unter c) hat die Vorsätze, wie Mega-, Kilo-, Milli- oder Mikro- im Auge. Es gelten dieselben Erwägungen wie für § 5b.

Die Aufnahme der Vorschrift unter d) in das Gesetz ist nötig, um für die Anwendung der gesetzlichen Einheiten auf den Verkehr mit Wechselströmen einheitliche Grundsätze aufstellen zu können. Es bestand ursprünglich die Absicht, die Begriffe der Stromstärke und Spannung für Wechselströme in das Gesetz aufzunehmen, wodurch zugleich der wichtigste Begriff der Arbeitsleistung festgestellt worden wäre. Eine im Jahre 1893 stattgehabte Umfrage bei sachverständigen technischen Stellen ergab jedoch, dafs man dort eine solche Mafsregel als verfrüht betrachtete. Die diesbezüglichen Paragraphen des ursprünglichen Gesetzentwurfes sind auf den damals ausdrücklich geäufserten Wunsch wieder gestrichen worden. Aus demselben Grunde hat man auch auf dem Chicagoer Congresse davon Abstand genommen, die Frage der Wechselströme mit zum Austrage zu bringen. Denn die Schwierigkeit, für Wechselströme verständliche eindeutige Definitionen zu geben, von denen angenommen werden kann, dafs alle beteiligten Kreise dauernd damit einverstanden sind, und dafs diese Begriffe also reif sind, um einem Gesetz eingefügt zu werden, ist bis jetzt nicht gehoben. Sie liegt darin, dafs die Gröfsen, welche die Arbeitsleistung eines Stromes bestimmen, nämlich die Begriffe Stromstärke und Spannung, sich bei Wechselstrom nur mittels Bezeichnungen der höheren Mathematik darstellen lassen. Andere erschöpfende Begriffsbestimmungen jener Arbeitsleistung aber lassen sich nicht in kurzen Ausdrücken geben, weil die Gestalt, in der die Arbeit gewonnen wird, eine mannigfaltige ist. Daher ist diese Bestimmung der Verordnung des Bundesrats überlassen, vor deren Erlafs durch eine Beratung der beteiligten Kreise die wünschenswerte Fassung festzusetzen sein wird.

Versammlungen und Vereine.

Der achte naturwissenschaftliche Ferienkursus zu Berlin vom 13. bis 23. April 1898.

An dem unter Leitung der Herren Direktoren Schwalbe und Vogel abgehaltenen Kursus nahmen 35 Lehrer an den höheren Lehranstalten der östlichen Provinzen Preufsens teil, denen sich eine grofse Anzahl von nicht einberufenen Amtsgenossen aus Berlin und Umgegend, sowie einige Herren, die besonderes Interesse für einzelne Vorlesungen und die Einrichtung der Ferienkurse überhaupt hatten, hinzugesellten. Sein Gepräge erhielt dieser Ferienkursus durch den Versuch, die Technologie neben den rein wissenschaftlichen Vorlesungen in geeigneter Weise zu berücksichtigen. Eingehende Berichte über die veranstalteten Vorlesungen und Besichtigungen, die die Vortragenden zum gröfsten Teile selbst gegeben haben, veröffentlichte Herr Dir. Schwalbe in der *Naturw. Wochenschrift XIII 373, 385 und 397.*

Prof. A. König besprach in seinen Vorlesungen über neuere Forschungen auf dem Gebiete der physiologischen Optik zunächst den Bau des Auges, insbesondere den der Netz-

haut, wobei er die Fortschritte hervorhob, die man Golgi und Ramon y Cajal verdankt. Dann schilderte er den Stand der Kenntnisse auf dem Gebiete des normalen und anomalen Farbensehens, wie er etwa bis zum Jahre 1860 erreicht war, und zeigte, dafs die ältere Form der Young-Helmholtzschen Farbentheorie eine völlig zureichende Erklärung für die damals bekannten Thatsachen gab. Neue Beobachtungen veranlafsten dann in der Mitte der siebziger Jahre E. Hering zur Aufstellung seiner Theorie der Gegenfarben, die bald grofse Anerkennung fand. In der letzten Hälfte der achtziger Jahre stellten dann A. König und seine Mitarbeiter, C. Dieterici, E. Brodhun und E. Tonn quantitative Versuche an, deren Ergebnisse der Heringschen Theorie widersprachen und wiederum zur Young-Helmholtzschen Theorie freilich mit gewissen eingreifenden Umgestaltungen zurückführten. Die neueste und letzte Stufe wurde erreicht durch Beobachtungen an Totalfarbenblinden, durch Beobachtungen bei sehr geringer absoluter Intensität und durch Messung der Absorptionskurve des Sehpurpurs. Aus diesen Beobachtungen gingen dann die Farbentheorieen von J. von Kries und von A. König hervor. In der letzten Vorlesung zeigte der Vortragende die Zersetzung einer Sehpurpurlösung durch das Licht, indem er ein kleines mit einer solchen Lösung gefülltes Gefäfs projizierte, wobei das Licht der Lampe selbst bald die Zersetzung bewirkte.

Prof. E. Warburg hielt an Stelle des erkrankten Herrn U. Behn einen Vortrag über tropfbar flüssige Luft, die nach dem Lindeschen Verfahren (d. Zeitschr. *IX*, *243* und *X*, *252*) hergestellt war. Sie wurde in doppelwandigen Glasgefäfsen, wie sie Dewar angegeben, bei denen der Zwischenraum zwischen den Wänden gut evakuiert und das Glas versilbert war, aufbewahrt. Durch eine Reihe von Versuchen wurden die wichtigsten Eigenschaften der flüssigen Luft erläutert. Ihre Farbe ist ein milchiges Himmelblau; die in der Flüssigkeit schwebenden weissen Kohlensäureteilchen liefsen sich durch Filtration entfernen; das Blau rührt von dem Sauerstoff des Gemisches her. — Der Farbe entsprach das Spektrum (Absorptionsspektrum des Sauerstoffs): die stärkste Absorptionsbande lag im Gelb, $\lambda = 0{,}577\,\mu$, eine andere im Rot (0,628) und eine dritte im Blau (0,480); auch eine schwächere im Grün war bei der Projektion deutlich sichtbar. — Die Temperatur der frei kochenden Luft nahm von -189° etwa bis -184° langsam zu. Reiner Stickstoff siedet unter Atmosphärendruck bei -194°, Sauerstoff bei $-182{,}3^\circ$. Die der Lindeschen Maschine entnommene Luft ist schon zu reich an Sauerstoff, und dieser Gehalt nimmt infolge des raschen Verdampfens des Stickstoffs stetig zu. Mit einem Eisen-Constantan-Thermoelement und einem Vorlesungs-Manometer wurde die Temperatur der flüssigen Luft mit der der festen Kohlensäure unter Atmosphärendruck ($-79{,}9^\circ$) verglichen und bestimmt. Äther und Alkohol von 96% mittels flüssiger Luft im Reagensglas gekühlt, erstarrten schnell. — Etwas flüssige Luft, in einen Kolben von Jenaer Gerätglas gegossen, wurde in einfacher Weise zum Betriebe einer Gebläselampe benutzt. — Die Dichte des unter Atmosphärendruck siedenden Sauerstoffs ist 1,124, die des Stickstoffs unter den gleichen Bedingungen 0,885. Dafs die Dichte der flüssigen Luft etwa die des Wassers bei Zimmertemperatur ist und bei längerem Kochen die letztere merklich übertrifft, zeigte der Vortragende, indem er flüssige Luft auf Wasser gofs. Die Luft geriet in heftiges Sieden, jedoch gefror das darunter befindliche Wasser infolge seiner Beweglichkeit und des Eintritts der Leidenfrostschen Erscheinung nicht. Nach einiger Zeit schnürten sich grofse Tropfen flüssiger Luft ab, die im Wasser versanken, dann aber infolge der erhöhten Dampfbildung wieder in die Höhe gerissen wurden. — Ein von oben der flüssigen Luft auf etwa 1 cm genäherter kräftig erregter Elektromagnet hob sie, da der flüssige Sauerstoff stark paramagnetisch ist, in einem Kegel zu sich herauf. — Auch einige merkwürdige Eigenschaften der Körper bei tiefen Temperaturen wurden durch Versuche gezeigt: Ein in flüssiger Luft gekühlter Schlauch aus Patentgummi wurde so hart und spröde, dafs er unter einem Hammerschlage zersplitterte. Dieses Verhalten erschwert das Abdichten von Ventilen u. s. w. bei tiefen Temperaturen sehr. — Die starke Abnahme des elektrischen Widerstandes der reinen Metalle mit der sinkenden Temperatur wurde an einer Nickelspirale gezeigt. In einem Stromkreise waren der Nickelwiderstand, ein dünner Platindraht und einige Akkumulatoren hintereinander geschaltet. Hatte die Nickelspirale Zimmertemperatur, so wurde der Platindraht nur mäfsig durch den Strom erwärmt, er geriet jedoch ins Glühen, sobald die erstere auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlt wurde. — Eine mit flüssiger Luft gefüllte Eierschale phosphorescierte blau und eine ebenso gefüllte weifse Wachsschale grün. — Die technischen Anwendungen, die der Lindesche Apparat bis jetzt gefunden, beruhen sämtlich auf der Leichtigkeit, mit der man mit ihm eine sauerstoffreiche Luft herstellen kann. Bemerkenswert ist auch ein von Linde vorgeschlagener Sprengstoff, ein Brei aus Kohlenpulver und flüssiger Luft. Bei Atmosphärendruck verbrennt diese Mischung, wie der Vortragende zeigte, mit weifser Farbe.

Dr. W. Kaufmann hielt einen Vortrag über die Emissionstheorie der Kathodenstrahlen, der in dieser Zeitschrift *XI*, *201*, ausführlich veröffentlicht worden ist.

Dr. P. Spies machte einige Demonstrationen über Wechselstrom und Drehstrom, die er in dieser Zeitschrift *XI 273* eingehender beschrieben hat.

Dir. B. Schwalbe hielt einen Vortrag über die Berücksichtigung der Technik beim Unterricht und in den Ferienkursen. Die Fortschritte und Errungenschaften der Technik müssten auch im Anfangsunterricht berücksichtigt werden. Freilich sei die Gefahr, dafs sie zu viel Zeit und Inhalt beanspruche und dadurch die Erzielung einer gleichmäfsigen wissenschaftlichen Grundlage in der Physik und Chemie erschweren könnte, nicht zu verkennen, zumal da die unmittelbaren Erfolge der Technik die Teilnahme der Schüler in hohem Grade erwecke. Er entwickelt dann, wieweit technische Prozesse zu berücksichtigen und wie sie methodisch zu behandeln sind, indem er namentlich auch die Stellung der Exkursionen als Abschlufs der technischen Einzelbesprechung erörterte. Auch die Bewegung, die dahin geht, beim Unterricht von vornherein die Technik und die Verwertung der Wissenschaft zum Ausgangspunkt zu nehmen, ein Bestreben, das eine Auflösung der allgemeinen höheren Bildung in eine frühzeitige Fachbildung zur Folge haben mufs, besprach er unter Hinweisung auf Riedlers Schriften und die Bestrebungen der technischen Hochschulen.

Dir. B. Schwalbe führte eine Reihe von Schulexperimenten vor. Er sprach über den elektrischen Anschlufs und seine Verwertung; er zeigte Versuche mit monochromatischem Licht, Versuche aus der Molekularphysik und der Geologie, die zum Teil bereits in dieser Zeitschrift veröffentlicht sind.

Prof. Looser führte eine Reihe thermoskopischer Versuche vor. Vgl. diese Zeitschr. *VIII, 291; IX, 265 u. XI, 105 u. 165.*

Prof. Dr. W. Foerster hielt Vorträge über Zeitbestimmungen mit nachheriger Vorführung der Einrichtungen der Berliner Kgl. Sternwarte für Zeitmessung und für den öffentlichen Zeitdienst, über Ortsbestimmungen und über den Stand einiger der wichtigsten astronomischen Forschungsergebnisse. *H. H.-M.*

Prof. O. Puhfahl besprach das Eisen und seine Gewinnung mit besonderer Berücksichtigung der neueren Fortschritte und Methoden. Nach einleitenden Bemerkungen nationalökonomischen und historischen Charakters gab der Vortragende eine Übersicht über das Vorkommen des Eisens in der Natur, die verschiedenen Eisenerze nebst den mit ihnen zusammen verwendeten eisenreichen Zuschlägen, sowie über die Arten der Brennstoffe. Dann behandelte er unter „Chemie des Eisens" sowohl den Einfluss von *C*, *Si*, *P*, *S*, *Mn*, *Cu* und *Ni* auf die Eigenschaften des Eisens, wie auch die chemischen und physikalischen Prüfungsmethoden, beispielsweise die Untersuchung des Kleingefüges, die Bestimmung der Festigkeit, das Schweifsen, Härten und Anlassen. Hierauf wurde 1. das Roheisen und seine Darstellung im Eisenhochofen in allen Einzelheiten behandelt und 2. die Herstellung der verschiedenen Sorten des schmiedbaren Eisens — Schweifseisen, Flufseisen, schmiedbarer Gufs nebst Temper-Eisen, Cementstahl — besprochen.

Dr. E. Täuber sprach über Teerfarbstoffe. Nach einer Einleitung, in der die Gewinnung von Teer als dem Ausgangspunkt der genannten Farbstoffe auch dann noch als sichergestellt bezeichnet wurde, falls einmal das elektrische Licht und Acetylen die Hauptbeleuchtungsmittel bilden würden, wurde die chemische Zusammensetzung des Teers und die daraus zu gewinnenden meist farblosen Verbindungen mit ihren weiteren farbenprächtigen Endprodukten behandelt. Dann wurde die Entwicklung der Teerfarbenindustrie historisch verfolgt und die Chemie und Verwendung der wichtigsten Farbstoffklassen durch Versuche erläutert.

Prof. Saare sprach über chemische Technologie der Gährungsgewerbe und Stärkefabrikation. Die genannten landwirtschaftlichen Gewerbe wurden — nach der Einteilung 1. Stärke unverändert abscheidende: Stärkefabrikation, 2. Stärke umwandelnde: Spiritusbrennerei, Prefshefefabrikation und Brauerei, 3. Produkte jener verarbeitende: Stärke-Syrup- und -Zuckerfabrikation, Dextrinfabrikation und Essigfabrikation — ihrem wissenschaftlichen Wesen nach in mehreren Vorträgen beschrieben, an die sich Besichtigungen der Versuchs-Stärkefabrik und -Brennerei, sowie der Versuchs- und Lehrbrauerei anschlossen.

Prof. Lindner behandelte die Bakteriologie der Gährungsgewerbe.

Prof. Böttger sprach über die Verarbeitung der Stafsfurter Kalisalze. Nach historischen Notizen über die Salzgewinnung in Stafsfurt und die allmähliche Erschliefsung des Steinsalzlagers, sowie der bedeckenden Abraumsalze machte der Vortragende allgemeinere Angaben über die geologische Entstehung des Salzlagers und speciellere über die chemische Zusammensetzung der wichtigsten, vermutlich primären Abraumsalze Polyhalit, Kieserit, Carnallit, denen noch Boracit und mit Reserve Douglasit zugerechnet werden. Als sekundär entstandene, meist nur lokal auftretende Abraumsalze wurden Kainit, Sylvin, Tachhydrit, Schönit, Reichhardtit und Bischofit angereiht. Hierauf

wurde besonders die Verarbeitung des zumeist abgebauten Carnallits auf Chlorkalium hin eingehend bis zu den in den Handel gelangenden Endprodukten erörtert.

Prof. Wahnschaffe hielt zur Vorbereitung auf die am 23. April unter seiner Leitung unternommene Besichtigung des herzoglich-anhaltischen Salzbergwerks Leopoldshall einen geologischen Vortrag über das Stafsfurter Salzlager.

Von weiteren Vorträgen aus den biologischen Gebieten und aus der Geographie sind noch zu nennen: Prof. K. Müllenhoff: Die neueren Untersuchungen über den Vogelflug; Prof. Freiherr v. Richthofen: Geographischer Überblick von Ostasien; Prof. O. Jaekel: Über den gegenwärtigen Stand der Descendenzlehre; Prof. Plate: Über Befruchtung, Vererbung und Entwicklungsmechanik.

O.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 14. Februar 1898. Herr H. Hahn legte vor: ein Lineal und einen Winkelmesser mit weithin sichtbarer Teilung zum Gebrauch an der Wandtafel, mehrere Kreisscheiben, deren Durchmesser und Umfänge metrisch geteilt waren, mehrere Kubikmillimeter, ein Prisma, dessen Oberfläche in Quadratcentimeter geteilt war, und einen Satz von 64 Würfeln, deren Kanten 3 cm lang waren. Die Lehrmittel waren von Herrn Mechaniker Lizmann, Berlin, Kommandantenstr. 36, auf das sorgfältigste hergestellt worden. — Herr P. Spies sprach über die Construktion eines Vertikalgalvanometers für absolute Messungen, Herr A. Fordemann über die Reduktion des Planetensystems auf den Klassenraum und Herr H. Hahn über die neuen Wellenmaschinen von Silvanus P. Thompson (*Light visible and invisible 8 u. 237*).

Sitzung am 7. März 1898. Herr H. Hahn beschrieb eine Reihe von Versuchen, um die Abhängigkeit der Verdunstung von der Flüssigkeitsoberfläche, dem Wärmezustande, der Bewegung und dem Drucke der Luft nachzuweisen. — Herr P. Heitchen sprach über die Einführung in das Interpolationsverfahren und dessen Anwendung auf Wägungen durch Schwingungsbeobachtungen. — Herr F. Körber zeigte die Bestimmung der Schallgeschwindigkeiten in Luft, Leuchtgas und Kohlensäure mittels Orgelpfeifen.

Sitzung am 7. Mai 1898. Herr P. Szymański führte eine Reihe Versuche über Farbenmischung vor. Er entwarf das Spektrum einer Bogenlampe mittels eines Prismas und vereinigte dann die Farben mittels einer Linse zu Weifs. Durch Abblenden eines Teils der Strahlen erzeugte er die Mischfarbe des Restspektrums. Mittels zweier in den Strahlengang eingeschalteter Prismen brachte er Teile des Spektrums zur Deckung und wies so die verschiedenen Paare der complementären Farben nach. Bei den weiteren Versuchen stellte er mittels einer Blende mit zwei Öffnungen zwei Lichtbündel her, die er prismatisch zerlegte und dann mit einem um ein lotrechtes Charnier drehbaren Winkelspiegel zur Deckung brachte. In den Gang der Lichtbündel stellte er als Absorptionsflüssigkeiten Kupfer-Ammoniumsulfat und chromsaures Kalium; die blauen und gelben Bilder ergaben bei der Deckung Weifs. Wurden die beiden Absorptionsflüssigkeiten hinter einander in den Gang eines Lichtbündels gestellt, so erhielt man ein grünes Bild. Eine ähnliche Versuchsreihe führte er mit Nickelsulfat und Anilinrot aus. Er gab dann eine Erklärung dieser Erscheinungen, indem er die Absorptionsfarben spektral zerlegte. Herr Szymański sprach dann über den Nachweis der Phasenverschiebung bei Wechselströmen. Er schaltete eine Glühlampe parallel zu einem Elektromagneten und zeigte, dafs beim Öffnen des Stromes die Lampe stärker glüht. Die entgegengesetzte Wirkung trat ein, sobald er dem Elektromagneten einen Anker näherte; entfernte er den Anker, so glühte die Lampe stärker. Schaltete er den Elektromagneten und die Lampe hintereinander, so brannte sie heller, wenn er den Anker näherte, und dunkler, wenn er ihn entfernte. Er wies dann durch Rechnungen und Zeichnungen nach, dafs die Selbstinduktion auf den Wechselstrom schwächend einwirkt und eine Phasenverschiebung hervorruft. Er zeigte die Untersuchung der Wechselströme nach den Verfahren von Puluj und Braun-Czermak. Er erzeugte mittels einer in einen Wechselstromkreis eingeschalteten Selbstinduktion ein Drehfeld, dabei machte er darauf aufmerksam, dafs eine Kapazität wie eine Selbstinduktion aber im entgegengesetzten Sinne wirke. Er nahm eine Wechselstromkurve nach dem Vorgange von Joubert durch Contaktmachen, d. h. mittels eines rotierenden Stromschlüssels, auf.

Sitzung am 23. Mai 1898. Herr R. Heyne teilte mit, dafs Herr E. Fürstenau beobachtet habe, dafs der Ton einer Stimmgabel, die auf einem Resonanzkasten sitzt, sich um ein kleines Komma erhöht, wenn man die Schwingungen durch Berühren der Gabel mit dem Finger dämpft. Herr Heyne vermutete, dafs hierbei eine Verschiebung der Knotenpunkte einträte. — Herr P. Heitchen beschrieb eine Vorrichtung, die gestattet, das Ergebnis einer Wägung sofort abzulesen. Derselbe sprach über die Herstellung von Inschriften auf Glas.

Am 9. Juni 1898. Besichtigung des Elektrizitätswerks Tempelhof.

Sitzung am 23. Juni 1898. Herr P. Spies führte ein absolutes Magnetometer und Galvanometer vor, bei dem ein magnetischer Wagebalken durch einen Magneten oder einen elektrischen Strom beeinflufst wird. Er entwickelte eingehend die Theorie des Instrumentes und die Formeln für die absoluten Messungen.

Sitzung am 29. August 1898. Herr P. Heitchen leitet eine Formel ab, die das Linsenproblem für centrale Strahlen im wesentlichen erledigt. Er entwickelte dann eine Recursionsformel für die Äquivalentbrennweite. Er gab ein neues Verfahren zur Messung der Brennweiten an und wandte es unter Benutzung der Kamera auf photographische Objektive an, zugleich zeigte er, wie man die Methode der kleinsten Quadrate hierbei verwerten kann. Er teilte eine Form der Linsenformel mit, die vor der üblichen in gewissen Fällen viele Vorzüge hat.

Am 3. September 1898. Besuch der Uhren-Ausstellung in der Urania.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Caelo-Tellurium (zusammenlegbare Sphäre) nach Prof. A. Michalitschke.

Von W. Grund in Prag II., Myslikgasse 8.

Es dient zur Darstellung der täglichen und jährlichen vom anthropocentrischen, vom geocentrischen und vom heliocentrischen Standpunkte aus betrachteten Himmelserscheinungen. Es können damit veranschaulicht werden: die scheinbaren Sonnenbahnen im Verlaufe des Jahres für Horizonte jeder geographischen Breite, die tägliche Ost-West-Bewegung der Sonne und die West-Ost-Drehung der Erde. Die Dauer des längsten und des kürzesten Tages in jeder Breite, Morgen- und Abendweite sind deutlich ablesbar. Der Höhenkreis und Dämmerungskreis zeigen die Verhältnisse für jeden Horizont. Die Sternbilder, die den Sternenhimmel in den verschiedenen Jahreszeiten kennzeichnen, die Jahresbewegung der Sonne und der Erde in der Ekliptik, die Horizont-, Äquator- und Ekliptik-Coordinaten der Himmelskörper, der Unterschied zwischen Sonnen- und Sterntag, tropischem und siderischem Jahr, die Präcession der Tag- und Nachtgleichen und die Bewegung des Äquator-Pols um den Pol der Ekliptik sind mit dem Apparate leicht darstellbar. Die Mondbahn, deren Knoten in der Ekliptik verschiebbar sind, gestattet die Darstellung der Mondphasen bei verschiedener Lage der Knoten, der Sonnen- und Mondesfinsternisse.



Der Durchmesser der äufsersten Himmelskreise ist 50 cm. Die Achsenlagerung und die Kreisteilung sind genau gearbeitet; Polhöhe, Äquatorhöhe, Zenith-Distanz, Deklination u. s. w., Taglängen für jeden Horizont und jede gegebene Deklination der Sonne, Morgenweiten u. s. w. sind deutlich und genau ablesbar. Die Handhabung des Apparates ist sehr einfach und die Darstellung äufserst sinnfällig und klar. Die Teile sind einzeln verwendbar und werden im Verlaufe des Unterrichts dem Fortschreiten von Stufe zu Stufe und dem jeweiligen Zwecke entsprecheud zugefügt. Der Apparat ist leicht zu befördern, da die Himmelskreise sich mit dem Horizont, obwohl sie mit ihm fest verbunden sind, in eine Ebene legen lassen. Er ist aus Messing hergestellt und die Ausführung nach jeder Richtung hin die denkbar sorgfältigste und festeste. Jedem Apparate wird eine ausführliche Beschreibung und Gebrauchsanleitung beigegeben. Der Apparat dient dem Unterrichte von den ersten Anfängen an durch alle Stufen hindurch. Preis des completen Apparates mit Beschreibung: 80 fl. ö. W., Verpackung 2 fl. ö. W.



Correspondenz.

Die Lehrmittelsammelstelle Petersdorf b. Trautenau in Böhmen teilt uns mit:

Damit die gemeinnützigen Bestrebungen der Lehrmittelsammelstelle weiteren Interessentenkreisen bekannt werden, und das Lehrmittel-Sammelwesen nach den Grundsätzen derselben gefördert werde, soll vom 1. Januar 1899 an die Zeitschrift „der Lehrmittel-Sammler“ herausgegeben werden. Die Zeitschrift würde jeden Monat in der Stärke eines Druckbogens erscheinen und ganzjährig 60 Kreuzer = 1 Mark kosten. Um zu ersehen, ob das beabsichtigte Unternehmen durchführbar sein wird, bittet man die Bestellungen auf diese Zeitschrift noch vor dem 1. Januar 1899 an die Leitung der Lehrmittelsammelstelle Petersdorf b. Trautenau zu richten.

Zu dem Aufsatz des Herrn Kuhfahl (d. Ztschr. *XI 163*) schreibt uns Herr Ferdinand Ernecke:

Aus didaktischen Gründen haben der Construkteur Professor Weiler und die ausführende Firma die sprungweise Änderung des Magnetfeldes nicht abgeändert. Es sollte der den Lehrenden schon bekannte Stromwechsler erhalten bleiben. Eine Abänderung hat uns beiden sogar im Sinne gelegen, wir hätten nur die stromwechselnden Lappen nach beiden Seiten hin zuspitzen dürfen und wir hätten damit nicht nur eine sprungweise Änderung des Magnetfeldes von 30° zu 30° erreichen können, sondern sogar eine reine Sinuskurve. Der Weiler-Erneckesche Apparat dürfte also in seiner Einfachheit immer noch nicht überholt sein; ich bin aber auf besonderen Wunsch gern bereit, auch die angedeutete Abänderung auszuführen.

Himmelserscheinungen im Dezember 1898 und im Januar 1899.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

	Dezember							Januar						
Monatstag	1	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30	
Helio-centrische Längen.	338°	0	26	56	87	118	145	168	188	206	221	236	250	☿
	69	77	85	93	101	110	118	126	134	142	150	158	166	♀
	69	74	79	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	♁
	96	99	101	103	106	108	110	113	115	117	119	122	124	♂
	204	205	205	205	206	206	207	207	207	208	208	208	209	♃
	255	255	255	255	255	255	255	256	256	256	256	256	256	♄
Aufst. Knoten.	280	280	280	279	279	279	279	278	278	278	277	277	277	☾
Mittl. Länge.	105	171	237	303	9	75	141	206	272	338	44	110	176	☾
Geo-centrische Rekt-ascensionen.	106	164	228	308	13	77	139	195	269	344	47	112	169	☾
	270	276	279	277	271	264	261	262	266	272	279	286	294	☿
	248	245	243	241	241	241	242	245	247	251	255	259	264	♀
	248	253	259	264	270	275	281	286	292	297	302	308	313	☉
	131	132	132	132	131	130	129	127	125	123	121	119	117	♂
	209	210	211	212	212	213	214	215	215	216	216	217	217	♃
	253	254	254	255	255	256	257	257	258	258	259	259	260	♄
Geo-centrische Dekli-nationen.	+ 22	+ 2	− 22	− 16	+ 11	+ 25	+ 12	− 12	− 24	− 2	+ 22	+ 21	− 1	☾
	− 26	− 25	− 24	− 23	− 21	− 20	− 20	− 21	− 22	− 22	− 23	− 23	− 23	☿
	− 23	− 21	− 20	− 18	− 17	− 17	− 17	− 17	− 17	− 18	− 18	− 19	− 19	♀
	− 22	− 23	− 23	− 23	− 23	− 23	− 23	− 23	− 22	− 21	− 20	− 19	− 18	☉
	+ 21	+ 21	+ 21	+ 21	+ 22	+ 22	+ 23	+ 23	+ 24	+ 24	+ 25	+ 25	+ 26	♂
	− 11	− 11	− 11	− 12	− 12	− 12	− 12	− 13	− 13	− 13	− 13	− 13	− 13	♃
	− 21	− 21	− 21	− 21	− 21	− 21	− 21	− 22	− 22	− 22	− 22	− 22	− 22	♄
Aufgang.	$19^h 52^m$	19.59	20.4	20.9	20.12	20.13	20.14	20.12	20.9	20.5	20.0	19.53	19.46	☉
	$6^h 37^m$	12.25	19.1	22.45	*23.53	2.27	7.52	13.52	19.42	21.42	23.41	3.23	9.11	☾
Untergang.	$3^h 48^m$	3.45	3.44	3.44	3.46	3.49	3.53	3.59	4.6	4.13	4.22	4.31	4.40	☉
	$22^h 54^m$	0.2	1.45	7.46	14.32	19.51	21.54	23.13	2.16	9.37	15.57	19.26	20.46	☾
Zeitgleichg.	$-10^m 45^s$	− 8.44	− 6.30	− 4.6	− 1.37	+ 0.52	+ 3.18	+ 5.37	+ 7.45	+ 9.39	+ 11.16	+ 12.33	+ 13.31	☉

* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Dezember	1	21^h		Mond in Erdferne
	5	23	6^m	Letztes Viertel
	13	0	43	Neumond
	14	2		Mond in Erdnähe
	19	16	22	Erstes Viertel
	27	12	39	Vollmond
	29	8		Mond in Erdferne
Januar	4	16^h	22^m	Letztes Viertel
	11	11	50	Neumond
	11	15		Mond in Erdnähe
	18	5	36	Erstes Viertel
	25	7		Mond in Erdferne
	26	8	34	Vollmond

		☿	♀	♂	♃	♄
Aufgang der Planeten.	Dez. 16	$20^h 55^m$	18.1	6.59	15.24	19.17
	Jan. 16	18. 36	16.38	3.59	13.48	17.31
Untergang der Planeten.	Dez. 16	4. 39	2.47	23.13	1.28	3.21
	Jan. 16	2. 24	1.30	20.59	23.36	1.31

Constellationen. Dez. 1 6^h ♀ untere ☌ ☉, wird Morgenstern; 3 2^h ♂ ☌ ☾; 3 14^h ☿ in gröſster östl. Elongation von 21°; 6 8^h ♄ ☌ ☉; 9 19^h ♃ ☌ ☾; 11 22^h ♀ ☌ ☾; 12 16^h ♄ ☌ ☾; 12 Sonnenfinsterniſs, nur in den südlichen Polargegenden sichtbar; 14 2^h ☿ ☌ ☾; 21 8^h ☉ im Steinbockszeichen, Winter-Sonnenwende; 21 11^h ☿ untere ☌ ☉; 27 Mondfinsterniſs, siehe unten; 30 4^h ♂ ☌ ☾; 31 11^h ♁ im Perihel. — Jan. 5 20^h ♀ im gröſsten Glanze; 6 12^h ♃ ☌ ☾; 7 13^h ♁ im Perihel; 8 15^h ♀ ☌ ☾; 9 8^h ♄ ☌ ☾; 9 20^h ☿ ☌ ☾; 11 Sonnenfinsterniſs, in Europa unsichtbar; 11 15^h ☿ in gröſster westl. Elongation von 24°; 18 13^h ♂ ☍ ☉; 25 13^h ♂ ☌ ☾; 28 20^h ♃ □ ☉.

Totale Mondfinsterniſs 1898 Dez. 27.

Erste Berührung mit dem Halbschatten	$9^h 26^m,5$	Ende der Totalität	$13^h 18^m,4$
- - - - Kernschatten	10 39, 4	Letzte Berührung mit dem Kernschatten	14 28, 0
Beginn der Totalität	11 49, 0	- - - - Halbschatten	15 40, 9
Mitte - -	12 33, 7		

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Dez. 1 19^h, 4 16^h 7 13^h, 10 10^h, 13 7^h, 24 18^h, 27 15^h, 30 11^h; Jan. 2 8^h, 5 5^h, 13 19^h, 16 16^h, 19 13^h, 22 10^h, 25 6^h. — *β* und *R Lyrae* lassen sich zu Anfang Januar abends und morgens beobachten; ähnlich *δ*, *μ Cephei*, *α Cassiopeiae*; von *η Aquilae* sind bis in die ersten Januar-Tage noch abendliche Beobachtungen möglich, dann nach zehnwöchiger Unterbrechung Morgenbeobachtungen; *η* und *ζ Geminorum*, *ε Aurigae*, *α* und *δ Orionis* beobachte man abends, ebenso *Mira*.

Das schwache Januar-Maximum der **Sternschnuppen** ist vor Aufgang des Mondes zu beobachten; das **Zodiakallicht** im Westen an allen mondfreien Abenden. *J. Plaſsmann, Münster.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Namen-Verzeichnis.

Bei Original-Beiträgen sind die Namen der Verfasser gesperrt gedruckt.

Sach-Verzeichnis.

Bei Original-Beiträgen sind die Namen der Verfasser gesperrt gedruckt.